



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
MAESTRIA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN  
MEDIA SUPERIOR**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA  
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO**

**“DISEÑO Y VALORACIÓN DE ESTRATEGIAS DE  
ENSEÑANZA CON UN ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA PARA  
EL APRENDIZAJE DEL TEMA METABOLISMO,  
DEL PROGRAMA DE BIOLOGÍA III DEL CCH”**

**T E S I S**

Que para obtener el grado académico de

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

Presenta

**CECILIA ANTOLIA ORTIZ ANTONIO**

Director

**DRA. PATRICIA COVARRUBIAS PAPAHIU**

Comité tutorial

**DR. IGNACIO PEÑALOSA CASTRO  
M. EN C. MA. EUGENIA ISABEL HERES Y PULIDO  
MTRO. PORFIRIO MORÁN OVIEDO  
DR. HÉCTOR HUGO FIGUEROA TAPIA**



Los Reyes Iztacala, Estado de México.

Abril-2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## **AGRADECIMIENTOS**

Como una forma de retribuir su valioso acompañamiento hasta la conclusión de la MADEMS, me es muy grato mencionar a quienes hicieron posible este trabajo cuyo seguimiento, sugerencias, aportaciones y apoyo, fueron invaluable para el logro de mi meta. Muchas gracias a la:

### **SECRETARIA DE EDUCACIÓN PÚBLICA**

Por brindarme el apoyo para mi superación académica, profesional y personal

### **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

Por abrirme sus puertas y darme nuevamente la oportunidad de formar parte de su comunidad estudiantil

#### **Dra. Patricia Covarrubias Papahiu**

A quien admiro por ser una de las mejores docentes de MADEMS, por compartir sus amplios conocimientos, por dedicarme su valioso tiempo, orientación, paciencia y apoyo

#### **Dr. Ignacio Peñalosa Castro**

Por estar conmigo desde el inicio del proyecto con sus valiosas aportaciones, por su extraordinaria paciencia para orientarme en los temas de bioquímica, por su tiempo, su disposición y por enseñarme el trato noble y respetuoso hacia el estudiante

#### **M en C. M<sup>a</sup> Eugenia Isabel Heres Y Pulido**

Por aceptar formar parte del equipo de sínodo y por la revisión exhaustiva y valiosos comentarios que realizó del trabajo desde su incorporación, por su tiempo y dedicación y motivación, además como profesora de MADEMS reafirmó mi concepción ética como docente

#### **M en C. Jorge Ricardo Gersenowies Rodríguez**

A quien admiro por su extraordinario conocimiento de la Biología y uno de los mejores profesores en MADEMS, de quien recibí la valiosa orientación y apoyo en la parte estadística de este trabajo

## **MADEMS Juan Carlos Pérez Vertti Rojas**

Al gran amigo, que confió en que podría dar un gran salto en mi vida académica y de quién he recibido motivación y apoyo para lograr mis metas

### **A mis Profesores de MADEMS**

De quienes conservo algo significativo: Dr. Eugenio Camarena Ocampo, Dra. Ofelia Contreras, Biol. Roberto Moreno Colín, M en C. Arlette López Trujillo, Dr. Eduardo Peñalosa Castro, Dr. Miguel Monroy Farías, M en C Rafael Chávez López y especialmente a la M en C. Irma Dueñas (por brindarme la confianza de presentar el examen de admisión sin estrés)

### **A mis compañeros de MADEMS**

Marina Mendieta Saavedra, Leticia Leiva, Gustavo Villagrán y Martin González

### **A la profesora Norma Palacios**

Por su valiosa contribución a la realización de este trabajo

### **Dra. Pilar y Alejandra Orozco**

Por su valioso apoyo en los trámites y permisos para estudiar la MADEMS

## **DEDICATORIA**

### **A mi Madre, Ricarda Antonio Hernández**

A quien recuerdo con mucho cariño, llevo presente en todo momento y a quien agradezco haberme dado todo lo que ahora soy

### **A mi Padre Juan S. Ortiz Dolores**

Por sus sabios consejos, cariño, cuidado y confianza

### **A mis hermanos**

Nancy, Lourdes, Josefa, Sergio, Miroslava, Alejandro, Pedro, Fabián y Saúl,

Con cariño, por estar siempre a mi lado y por su incondicional apoyo

### **A mis sobrinos**

Ana Bertha, Marcelo, Sonia, Oscar, Edgar, Julia, Eduardo, Norma, Genaro y Citlali,

Con amor porque son la fuente que me inspira a ser cada día una mejor profesora

# ÍNDICE

Resumen  
Introducción

## **CAPÍTULO I EL PROYECTO EDUCATIVO DEL CCH**

1.1 Antecedentes	1
1.2 Filosofía y misión	4
1.3 El CCH como modelo educativo	5
1.4 El Plan de estudios	6
1.4.1 Programa de estudios de Biología III	9
1.4.1.1 Unidades y propósitos	9
1.4.1.1.1 Unidad I	10
1.4.2 Enfoques	11
1.4.2.1 Enfoque disciplinario	11
1.4.2.2 Enfoque didáctico	12
1.5 Problemas en el proceso de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia y del metabolismo	13

## **CAPÍTULO II LA ORIENTACIÓN CONSTRUCTIVISTA DE LA EDUCACIÓN**

2.1 Aportaciones de la pedagogía, didáctica y psicología	17
2.1.1 Aportaciones de Jean Piaget (1896-1980)	20
2.1.2 Aportaciones de David Paul Ausubel (1918-2008)	25
2.1.3 Aportaciones de Lev Vygotsky (1896-1934)	28
2.2 La orientación constructivista en la enseñanza de la ciencia	31
2.2.1 Los estudiantes y profesores	33
2.2.2 Los contenidos	34
2.2.3 Estrategias de enseñanza	35
2.2.4 Estrategias de aprendizaje	36
2.2.4.1 La motivación	37
2.2.5 La evaluación	39

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1 Objetivos	43
3.1.1 Objetivo general	43
3.1.2 Objetivos particulares	44
3.2 Diseño cuasiexperimental de la investigación A-B-A	44
3.2.1 Contexto de la aplicación	45

3.2.2 Poblaciones de estudio: grupo control y grupo experimental	46
3.3 Instrumentos para la recopilación de datos	47
3.3.1 Cuestionario sociodemográfico	47
3.3.2 Cuestionario de conocimientos declarativos sobre Metabolismo: CCDM	48
3.3.3 Lista de cotejo de la actuación docente (Guía de evaluación continua)	49
3.3.4 Cuestionario de opinión de los estudiantes sobre las estrategias de enseñanza	50
3.3.5 Instrumentos de evaluación de las actividades y de control de la asistencia	50
3.4 Fases de la investigación cuasiexperimental: A-B-A	51
3.4.1 Fase A: Pre-evaluación	51
3.4.2 Fase B: Intervención	52
3.4.2.1 Técnicas didácticas	56
3.4.2.1.1 Técnicas didácticas de inicio	57
3.4.2.1.2 Técnicas didácticas de desarrollo	58
3.4.2.1.3 Técnicas didácticas de cierre	61
3.4.3 Fase A: Post-evaluación	62
3.5 Pruebas estadísticas	63
3.5.1 Prueba $t$ de Student para muestras independientes	63
3.5.2 Prueba de la $\chi^2$ cuadrada	65
3.6 Promedio aritmético	69
3.7 Análisis cualitativo de los instrumentos de recopilación de información	69

## CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1 Cuestionario sociodemográfico	71
4.1.1 Grupo control	71
4.1.2 Grupo experimental	76
4.2 Cuestionario de Conocimientos Declarativos sobre Metabolismo (CCDM)	84
4.2.1 Resultados en la pre-evaluación	84
4.2.1.1 Grupo control	84
4.2.1.2 Grupo experimental	86
4.2.1.3 Comparación grupo control vs grupo experimental	89
4.2.2 Análisis estadístico con la prueba $t$ de Student para la igualdad de las muestras	94
4.2.3 Resultados de la post-evaluación	96
4.2.3.1 Grupo control	96
4.2.3.2 Grupo experimental	99
4.2.3.3 Comparación grupo control vs grupo experimental	101
4.2.4 Análisis estadístico con la prueba $t$ de Student para muestras independientes	106

4.2.5	Análisis estadístico con la prueba de la ji cuadrada ( $\chi^2$ )	108
4.2.5.1	Grupo control	109
4.2.5.2	Grupo experimental	111
4.2.5.3	Comparación de las $\chi^2$ : grupo control vs grupo experimental	113
4.2.5.4	Análisis estadístico de los resultados por género con la prueba de la ji cuadrada ( $\chi^2$ )	115
4.2.5.4.1	Hombres del grupo control	115
4.2.5.4.2	Hombres del grupo experimental	117
4.2.5.4.3	Comparación hombres del grupo control vs hombres del grupo experimental	119
4.2.5.4.4	Mujeres del grupo control	120
4.2.5.4.5	Mujeres del grupo experimental	123
4.2.5.4.6	Comparación mujeres del grupo control vs mujeres del grupo experimental	125
4.3	Resultados de la actuación docente	127
4.4	Opinión de los estudiantes sobre las estrategias de enseñanza	130
4.5	Evaluación sumativa de las actividades realizadas por los estudiantes del grupo experimental en la intervención pedagógica	135
4.6	Asistencia a clases del grupo experimental	136
	<b>CONCLUSIONES</b>	138
	<b>REFERENCIAS</b>	147
	<b>APÉNDICE A</b>	155
ANEXO 1	Contenido teórico de la Unidad I, de Biología III	156
ANEXO 2	Planeación didáctica	192
ANEXO 3	Sesión 1	207
ANEXO 4	Sesión 2	209
ANEXO 5	Sesión 3	216
ANEXO 6	Sesión 4	220
ANEXO 7	Sesión 5	227
ANEXO 8	Sesión 6	235
ANEXO 9	Sesión 7	241
ANEXO 10	Sesión 8	256
ANEXO 11	Sesión 9	266
ANEXO 12	Sesión 10	272
ANEXO 13	Sesión 11 Y 12	286
ANEXO 14	Sesión 13 Y 14	290
ANEXO 15	Sesión 15	295

## **APENDICE B**

ANEXO 1	Cuestionario sociodemográfico	297
ANEXO 2	Cuestionario de conocimientos declarativos sobre metabolismo	300
ANEXO 3	Lista de cotejo de la actuación docente o guía de evaluación Continua	302
ANEXO 4	Cuestionario de opinión de los estudiantes sobre las estrategias didáctica	303
ANEXO 5	Formato para la evaluación de las actividades realizados en clase	304
ANEXO 6	Formato para el control de asistencia	305

## RESUMEN

La investigación tuvo el propósito de diseñar, implementar y valorar un conjunto de estrategias con un enfoque constructivista para la enseñanza y aprendizaje del tema de metabolismo, para el curso de Biología III, unidad I, del programa de estudios del CCH. La intervención pedagógica abarcó un periodo de dos meses y medio donde se efectuaron diversas estrategias cuyas actividades implementadas al inicio, desarrollo y cierre de cada clase, tuvieron como objetivo promover en los estudiantes aprendizajes significativos, proceso que requirió de la guía y acompañamiento del docente.

Por las características del estudio se eligió un diseño cuasi-experimental de tipo A-B-A (pre evaluación-intervención-post evaluación). Se utilizaron dos grupos intactos uno control y otro experimental, en éste último fue donde implementamos nuestra estrategia constructivista mientras que en el grupo control trabajó con algunas sugerencias didácticas del programa de estudios de biología III.

Ambos grupos fueron evaluados en dos momentos importantes de la investigación con el mismo instrumento, al inicio (pre-evaluación) para conocer con qué conocimientos partieron los estudiantes y tener un punto de referencia y otro al final (post-evaluación) para corroborar si hubo cambios significativos en los resultados.

Se diseñaron y utilizaron instrumentos para recolectar datos cuantitativos y cualitativos, lo que permitió realizar una caracterización amplia de cada grupo.

Finalmente, las pruebas estadísticas de la *t* de *Student* para muestras independientes y de la *ji cuadrada* ( $\chi^2$ ), reportaron diferencias significativas en las calificaciones obtenidas en el cuestionario de conocimientos declarativos sobre metabolismo, así como en el análisis que se realizó por reactivo, con base en ello, destacamos que las estrategias de enseñanza basadas en un enfoque constructivista demostraron ser efectivas para el estudio de temas complejos como el metabolismo, porque ofrecen una diversidad de actividades que satisfacen los diversos estilos de aprendizaje de los estudiantes, quienes se ven motivados a construir aprendizajes significativos y no memorísticos como en la enseñanza tradicional.

## INTRODUCCIÓN

En estos tiempos donde la ciencia y la tecnología avanzan aceleradamente, las formas en que se enseña y se aprende cobran una relevancia especial, en tanto requieren atender nuevos contenidos, métodos de enseñanza y formas de evaluación, que además resultan indispensables para afrontar lo que actualmente se ha dado en llamar la nueva sociedad de la información y el conocimiento.

En este sentido el cómo renovar las estrategias de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia se ha vuelto una preocupación de algunos docentes y para afrontarlo, se han visto inmersos en “modas” pedagógicas, que invitan a innovar la forma de dar clases. Algunos autores recomiendan hacer una evaluación constante de las estrategias implementadas para reorientar la actividad docente y que la toma de decisiones sea en función de las necesidades de quienes aprenden.

Esta investigación tuvo como objetivo diseñar, implementar y valorar un conjunto de estrategias con un enfoque constructivista para la enseñanza y aprendizaje del tema metabolismo, para el programa de estudios de Biología III, unidad I. La inquietud respondió a la necesidad de proponer un conjunto de estrategias para abordar un tema complejo y abstracto de una manera más atractiva y atendiendo a la diversidad de estudiantes que acuden a clases.

En oposición al modelo tradicional de la enseñanza de la ciencia donde se concibe que aprender es repetir al pie de la letra la explicación del profesor, es que optamos por el enfoque constructivista de la educación. Entre sus bondades está evitar la memorización, aplicar los contenidos a situaciones cotidianas y promover el trabajo en equipo como una forma de socializar el conocimiento y crecimiento individual de los estudiantes. Este esquema de enseñanza es el que busca implementar el modelo educativo del CCH, donde los estudiantes son protagonistas y responsables de su aprendizaje, a medida que construyen sus conocimientos dan sentido y significado a los contenidos estudiados. En cuanto al profesor se le confiere la tarea de guiar esta construcción, con su conocimiento, experiencia y enseñanza.

La estrategia ofreció un abanico de actividades que procuraron atender tres formas de aprendizaje de los estudiantes auditiva, visual y kinestésica, por ello incluyó trabajos en equipo, de investigación, construcción y discusión de mapas mentales y conceptuales, exposiciones, ejercicios de laboratorio, materiales de apoyo con imágenes y el uso de un software educativo entre otras, las cuales fueron implementadas durante las sesiones de trabajo: al inicio, en el desarrollo y al cierre.

Para valorar la eficacia de las estrategias didácticas en el ámbito escolar, la investigación se auxilió de una metodología cuasi experimental con un diseño A-B-A que permite trabajar con grupos intactos. Los resultados obtenidos al inicio y final de la intervención pedagógica en el grupo control y experimental fueron analizados con las pruebas estadísticas *t* de *Student* para muestras independientes y la prueba de la *ji cuadrada* ( $\chi^2$ ) después de dos meses y medio de trabajo, confirmaron la enorme ventaja que proporciona para el estudiante y profesor, implementar en el aula estrategias constructivistas, pues lograron al final obtener resultados que marcaron una diferencia significativa entre los conocimientos que poseían los estudiantes al inicio y final de la intervención y por ello concluimos que hubo un aprendizaje.

El trabajo se reporta en cuatro capítulos. El primero expone los orígenes del Colegio de Ciencias y Humanidades, su filosofía y misión como modelo educativo. Se describe el plan de estudios especialmente el programa de Biología III, de quinto semestre, porque en ella se ubica la unidad 1, que se seleccionó para trabajar. Se hace referencia a su propósito, a su contenido conceptual, procedimental y actitudinal, el enfoque disciplinario y pedagógico. Por último, se mencionan algunas concepciones de los profesores y estudiantes en relación al estudio de la ciencia y acerca del tema de respiración celular de las plantas y fotosíntesis.

El capítulo II, se habla de las aportaciones de la pedagogía, didáctica y psicología al trabajo educativo, aborda el enfoque constructivista de la educación, considerando solo a tres personajes porque sus conceptos nos parecieron medulares en la fundamentación de nuestro trabajo, en el caso de Jean Piaget tomamos los conceptos de asimilación y acomodación, de David Paul Ausubel lo relacionado a cómo generar aprendizajes significativos, y de Lev Vygotsky la importancia de generar zonas de

desarrollo próximo (ZDP) y la formación de conceptos. En el capítulo abordamos el enfoque constructivista de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia y se definen las funciones de los elementos indispensables de la interacción educativa como son: los estudiantes, el profesor, los contenidos, las estrategias de enseñanza, las estrategias de aprendizaje, la motivación y la evaluación.

El capítulo III, corresponde a la metodología de la investigación, se mencionan sus objetivos generales y particulares, se describe el contexto donde se desarrolló, se caracterizan al grupo control y experimental, se detallan los instrumentos de recopilación de datos y las fases de investigación cuasi-experimental con su diseño A-B-A, se describen las técnicas didácticas que integran la estrategia constructivista, así como las pruebas estadísticas *t* de *Student* para muestras independientes y la prueba de la *Ji-cuadrada* ( $\chi^2$ ), por último, se resalta la importancia de incluir información cualitativa en el trabajo.

En el cuarto y último capítulo se presentan los resultados cuantitativos y cualitativos en cuadros, tablas y gráficas. Los datos se exponen conforme al orden en que se aplicaron los instrumentos de recopilación de información. Del cuestionario sociodemográfico se presentan los resultados que sirvieron para caracterizar a los dos grupos de investigación en el aspecto familiar, académico y social. Los datos obtenidos del cuestionario de conocimientos declarativos sobre metabolismo en la pre y post evaluación sirvieron para establecer las diferencias significativas en el grupo control y experimental al ser analizados con las pruebas *t* de *Student* para muestras independientes y con la prueba *ji cuadrada* ( $\chi^2$ ). También se exponen los resultados de la evaluación realizada al docente con la lista de cotejo durante la intervención frente a grupo, así como la opinión de los estudiantes sobre las estrategias didácticas implementadas en clase, y por último se hace mención de las evaluaciones obtenidas por los alumnos durante el proceso de enseñanza-aprendizaje y su asistencia a clases. Al final se exponen las conclusiones y reflexiones en relación a la investigación. Se citan las referencias bibliográficas, en el apéndice A se concentran los anexos correspondientes al contenido teórico de la unidad I de biología III, la planeación didáctica y las actividades por sesión. En el apéndice B se encuentran los anexos

relacionados con los instrumentos de recopilación de información que se diseñaron para esta investigación.

# CAPÍTULO I

## EL PROYECTO EDUCATIVO DEL CCH

El capítulo describe el modelo educativo del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), su filosofía, misión y plan de estudios, en tanto es la institución donde se desarrolló la investigación que reportamos.

Desde sus orígenes, en 1971, el CCH ha tenido una importante trayectoria al formar generaciones de adolescentes a nivel bachillerato. En esta ardua tarea el Colegio ha renovado su programa de estudios iniciada en 1996, a partir de ella, se incrementaron las sesiones de clase a dos horas en todas las asignaturas<sup>1</sup> para favorecer el trabajo de taller y el desarrollo de habilidades de su población estudiantil. También se ha puesto a disposición de los estudiantes aulas de cómputo y laboratorios equipados (SILADIN)<sup>2</sup>. En el caso de los profesores, se ha diseñado un posgrado (MADEMS)<sup>3</sup> con el propósito de elevar la calidad pedagógica en la Enseñanza Medio Superior, e incidir de mejor manera en la formación de los estudiantes.

### 1.1 Antecedentes

Se concibe al bachillerato como “...un espacio de libertad cultural, en el cual maduran intelectual, emocional y sexualmente los jóvenes” (Terán, 2001:105). El bachillerato del CCH es una alternativa de estudio que ofrece nuestro sistema educativo mexicano a nivel medio superior, su propósito es el “...desarrollo de la personalidad de los alumnos...a fin de que alcancen una...maduración y, en consecuencia, su inserción

---

<sup>1</sup> Se amplió el tiempo asignado a los cuatro primeros semestres del Área de Ciencias Experimentales y se reordenaron: Química para primero y segundo semestres; Física y Biología para ser estudiada en tercero y cuarto semestres (Gaceta, CCH, 1996)

<sup>2</sup> SILADÍN: Sistema de Laboratorios de Innovación

<sup>3</sup> MADEMS: Maestría en Docencia para la Educación Media Superior

satisfactoria en los estudios superiores y en la vida social” (PEA, 1996: 35)<sup>4</sup>, se destaca la formación intelectual, ética y social de los estudiantes.

Las Escuelas de Nivel Medio Superior (ENMS) son espacios donde los estudiantes adquieren identidad social y laboral, en teoría muchos jóvenes cambian algunas formas culturales tradicionales por otras (Terán, 2001). El CCH “...es una institución de enseñanza media superior; ocupa... una posición intermedia entre los estudios de licenciatura y la enseñanza básica” (PEA, 1996:35). Sus antecedentes se registran a partir del trabajo realizado por un grupo de ochenta destacados universitarios encabezados por el coordinador de Ciencias, Roger Díaz de Cosío, quienes se encargaron de elaborar los planes y programas de estudio para la Nueva Universidad. Sin embargo, ante las opiniones opuestas al proyecto, las autoridades deciden suspender (octubre de 1970), después de cinco meses de trabajo.

Pasado un tiempo se retomó el proyecto y se convocó nuevamente a Roger Díaz de Cosío; a los coordinadores de Ciencias y Humanidades, Guillermo Soberón y Rubén Bonifaz Nuño; a los directores de las facultades de Filosofía y Letras, Ricardo Guerra Tejada, Juan Manuel Lozano de Ciencias, a José F. Herrera de Química, a Víctor Flores Olea de Ciencias Políticas y Sociales, y de la Escuela Nacional Preparatoria a Moisés Hurtado G., dirigidos por Pablo González Casanova<sup>5</sup> para elaborar el Plan del nuevo proyecto de bachillerato universitario denominado Colegio de Ciencias y Humanidades, que el Consejo universitario aprobó el 26 de enero de 1971. Ante este hecho el entonces rector de la UNAM, Pablo González Casanova, hizo la siguiente declaración: “Hoy la Universidad da un paso muy importante al considerar un proyecto que tiende a fortalecer su carácter de Universidad” (Gaceta, UNAM, 1971: 56).

Las razones que dieron origen al CCH fueron: Satisfacer la demanda de la enseñanza a nivel Medio Superior; dar una formación académica a los jóvenes de acuerdo a las exigencias del desarrollo social y científico; así como contribuir a una formación polivalente del estudiante, capacitándolo para continuar con estudios profesionales o incorporarse al mercado de trabajo (Gaceta, UNAM, 1971). El modelo educativo del

---

<sup>4</sup> PEA: Programa de estudios actualizado

<sup>5</sup> Quien el 6 de mayo de 1970 fue designado rector de la UNAM, en su dirigencia surgió el Proyecto Nueva Universidad, con una renovación didáctica y pedagógica para la transformación del bachillerato.

CCH, tenía como objetivos: combatir el enciclopedismo y proveer a los estudiantes de experiencias haciendo uso de las matemáticas, español, el método experimental y el histórico. La enseñanza daba énfasis en el ejercicio y la práctica de los conocimientos teóricos; en la construcción y uso de aparatos de observación en los laboratorios; en aprender un lenguaje para la redacción de escritos y discusión de textos; desarrollar la capacidad de informarse y documentarse para la elaboración de trabajos; estas herramientas permitirían al estudiante continuar con éxito una formación universitaria. Los egresados podían continuar sus estudios en cualquiera de las carreras profesionales que ofrece la Universidad; además el bachiller contaría con una formación teórica y con un adiestramiento práctico y técnico que lo capacitaba para incorporarse productivamente al trabajo (Gaceta, UNAM, 1971).

A pesar de los contratiempos, el 12 de abril de 1971, con 15,000 alumnos y 450 profesores, tres planteles del Colegio de Ciencias y Humanidades, abren sus puertas: Azcapotzalco, Naucalpan y Vallejo, con cuatro turnos de estudio: de 7 a 11 am, de 11 a 15 pm, de 13 a 17 pm y de 17 a 21 pm. Al año siguiente, entraron en actividad los planteles Oriente y Sur, fue así como se concretaron cinco de los nueve planteles que se tenían en proyecto originalmente. Cada plantel debía contar con: una planta de profesores de carrera, de asignaturas y ayudantes. “Se procurará integrar esta planta con profesores y alumnos de las facultades y escuelas de la Universidad” (Gaceta, UNAM, 1971:64).

En cuanto al plan de estudios, fue hasta marzo de 1980, cuando dio inicio el proceso de actualización y unificación de los programas de asignatura, con la participación de profesores para la selección de los contenidos y la orientación del Colegio.

Más tarde, en 1995, surgieron nuevas propuestas para la modificación al plan de estudios del bachillerato, donde se consideró la reducción de: “...cuatro a dos turnos, se ampliaron las horas de estudio en las materias de ciencias y matemáticas, se hicieron obligatorios los idiomas, se incluyó la asignatura de computación, se actualizaron los programas de estudio de las materias y se fortaleció la enseñanza experimental” (Agenda, CCH, 2008:19).

En 1997, se asignó el nombre de Colegio de Ciencias y Humanidades por el Consejo Universitario y le dio el rango de Escuela Nacional. Al adquirir jurídicamente una posición, obtuvo representación en el Consejo Universitario y se legitimó a su primer director general el Dr. Jesús Bazán Levy (Agenda, CCH, 2008)

Posteriormente, se da una gran actividad académica centrada en desarrollar programas para el fortalecimiento del aprendizaje y en la formación de profesores (1999). En el 2001, se asignó 127 plazas para profesor de carrera y en el 2006 tomó posesión como Director General el M en C. Rito Terán Olguín.

## **1.2 Filosofía y misión**

Desde sus orígenes, el CCH adoptó la filosofía de una educación moderna que consideraba al estudiante como un individuo capaz de apropiarse del conocimiento y aplicarlo; y al docente como la persona que debía promover la participación activa de los estudiantes, capaz de diseñar experiencias de aprendizaje y dotar a los estudiantes de herramientas metodológicas para adquirir una cultura científica, humanista, y autónoma.

La misión del Colegio es que sus estudiantes se desarrollen como personas dotadas de valores y actitudes éticas, con sensibilidad e interés por las manifestaciones artísticas, humanísticas y científicas; capaces de tomar decisiones, de ejercer liderazgo con responsabilidad y honradez, de incorporarse al trabajo, que muestren respeto y sean solidarios en la solución de problemas sociales y ambientales.

En cada generación el CCH "...busca que los egresados del bachillerato sepan pensar por sí mismos, expresarse, hacer cálculos, y poseer los principios de una cultura científica y humanística y saber relacionarlo con las diversas situaciones que se les presentan en su vida" (PEA, 1996:46).

### 1.3 El CCH como modelo educativo

Sánchez Rivera Virginia (2001), menciona que la formación de los estudiantes es el centro de todo modelo educativo, idea que comparte la filosofía del CCH, cuando sostiene que formar estudiantes es hablar de un proceso mediante el cual se busca favorecer al sujeto, ello implica: Apropiarse de las normas y órdenes institucionales y cumplirlos (socialización); apropiarse de la cultura de su tiempo (lenguajes, usos, costumbres y saberes) y desarrollar la capacidad de hacer juicios propios frente a los diversos tipos de situaciones que vive. Por lo tanto, "...el modelo educativo del bachillerato tiene como meta formar personas que sean autónomas tanto intelectual como moralmente" (Sánchez, 2001:200).

Los puntos esenciales del modelo educativo del CCH son: ser un bachillerato universitario, propedéutico, general, de cultura básica, donde el alumno es sujeto a la cultura, responsable de su educación y de aprender cómo se aprende. Por su parte, el profesor es ser mediador del proceso de aprendizaje, entre sus funciones esta disminuir el pensamiento mágico y doctrinario como explicación del mundo natural y sensibilizar al alumno que en su interacción con la sociedad, la tecnología y el ambiente sea responsable (PEA, 1996).

Aprender a aprender, aprender a hacer y aprender a ser, son ejes que orientan el modelo educativo del CCH.

Aprender a aprender: se refiere a adquirir nuevos conocimientos por cuenta del estudiante; ejercicio que implica buscar, seleccionar, organizar, jerarquizar, procesar y constatar la información, para reorganizarla a través de la comparación con las ideas aceptadas en la ciencia. Para ello, se deben proponer actividades de aprendizaje en las que ellos sean los protagonistas de la construcción de sus conocimientos, en un proceso colectivo donde el trabajo personal del estudiante se vea enriquecido y apoyado por sus compañeros y profesor.

Aprender a hacer: consiste en desarrollar habilidades que le permitan al adolescente poner en práctica sus conocimientos, desarrollar procedimientos de trabajo para

apropiarse de estrategias para la solución de problemas, y con ello, analizar, inducir, deducir y exponer información obtenida tanto de fuentes documentales como de las experimentales.

Aprender a ser: se refiere a promover valores humanos, particularmente los éticos, los cívicos y de sensibilidad artística (Agenda CCH, 2008). A través de la convivencia en el trabajo cotidiano se fomentará la formación de actitudes y valores de libertad, responsabilidad, tolerancia, justicia, honestidad, respeto y solidaridad.

Al poner en marcha estos ejes en la actividad pedagógica, se pretende promover habilidades intelectuales y actitudes científicas como: la capacidad de juzgar la validez de los conocimientos (estudiante crítico); curiosidad, creatividad y sistematicidad para reconocer, formular y abordar la solución de problemas; habilidad para seleccionar herramientas y tecnologías para los cálculos y sistematizar información; dominio y seguridad para expresar ideas de forma oral y escrita; usar evidencias y el razonamiento lógico para argumentar; apertura a nuevas ideas y la colaboración, tolerancia, interés y responsabilidad en la realización de actividades (PEA, 2006).

#### **1.4 El plan de estudios**

El proyecto educativo del CCH se expresa en un plan de estudios "...cuya función principal es dar consistencia y sentido a toda la actividad académica, a la cual sirve de núcleo de referencia" (PEA, 1996:120).

El Programa de Estudios Actualizado (PEA) del Colegio fue aprobado por unanimidad, por el Consejo Académico del Bachillerato (CAB) de la UNAM, el 11 de junio de 1996; está integrado por cuatro áreas: matemáticas, ciencias experimentales, histórico-social y talleres de lenguaje y comunicación.

El área de matemáticas: proporciona al bachiller "...los elementos necesarios para interpretar los aspectos lógicos y numéricos de sus vivencias intelectuales,...fomenta la independencia intelectual y la toma de decisiones fundadas y razonadas" (PEA, 1996: 51-52). Es un saber que se construye con la solución de problemas.

Área de ciencias experimentales: pretende fomentar en el estudiante un pensamiento flexible y crítico para comprender los fenómenos naturales de su entorno, de su organismo, a elaborar explicaciones racionales, valorar el desarrollo tecnológico y su impacto ambiental (PEA, 1996).

Área histórico-social: considera que "...a partir de los cuestionamientos del presente, los alumnos podrán formarse paulatinamente una conciencia histórica que les haga posible conocer nuestras raíces, comprender los distintos momentos de nuestra historia, explicarse las causas que los han originado, y situarse en la sociedad actual, para enfrentar los problemas futuros" (PEA, 1996:54).

Área de talleres de lenguaje y comunicación: pretende que el estudiante haga uso de la lengua hablada y escrita, que se familiarice con una lengua extranjera ya sea el inglés o francés. Se considera importante "...la competencia comunicativa del alumno, por sus repercusiones en su vida intelectual y social, concretamente en las capacidades de razonar, abstraer y organizar su pensamiento; de conceptualizar y significar la realidad y de construir o imaginar nuevas realidades; de acceder a los diversos campos del saber" (PEA, 1996:55).

La siguiente página Tabla 1, presenta el mapa curricular del Plan de Estudios Actualizado (PEA, 1996:78), donde se especifican los semestres, las horas y créditos asignados a cada materia.

Tabla 1. Mapa curricular del plan de estudios actualizado del Colegio de Ciencias y Humanidades

PRIMER SEMESTRE	Asignatura	Matemáticas I y (Álgebra y geometría)	Taller de computo	Química I	Historia universal moderna y contemporánea I	Taller de lectura, redacción e iniciación a la investigación documental I	Lengua extranjera I	
	Horas	5	4	5	4	6	4	28
	Créditos	10	8	10	8	12	8	56
SEGUNDO SEMESTRE	Asignatura	Matemáticas II y (Álgebra Geometría)	Taller de computo	Química II	Historia universal moderna y contemporánea II	Taller de lectura, redacción e iniciación a la investigación documental II	Lengua extranjera II	
	Horas	5	4	5	4	6	4	28
	Créditos	10	8	10	8	12	8	56
TERCERO SEMESTRE	Asignatura	Matemáticas III (Álgebra y geometría analítica)	Física I	<b>Biología I</b>	Historia de México II	Taller de lectura, redacción e iniciación a la investigación documental III	Lengua extranjera III	
	Horas	5	5	5	4	6	4	29
	Créditos	10	10	10	8	12	8	58
CUARTO SEMESTRE	Asignatura	Matemáticas IV (Álgebra y geometría analítica)	Física II	<b>Biología II</b>	Historia de México II	Taller de lectura, redacción e iniciación a la investigación documental IV	Lengua extranjera IV	
	Horas	5	5	5	4	6	4	29
	Créditos	10	10	10	8	12	8	58
QUINTO SEMESTRE	Asignatura	1a. OPCIÓN	2a. OPCIÓN	3a. OPCIÓN		4a. OPCIÓN	5a. OPCIÓN	
		(OPTATIVA)	(OPTATIVA)	OBLIGATORIA	(OPTATIVA)	(OPTATIVA)	(OPTATIVA)	
		Cálculo integral y diferencial I	<b>Biología III</b>	Filosofía I	Temas selectos de filosofía I	Administración I	Griego I	
		Estadística y probabilidad I	Física III			Antropología I	Latín I	
		Cibernética y computación I	Química III			Ciencias de la salud I	Lectura y análisis de textos literarios I	
			Ciencias Políticas y Sociales I			Taller de comunicación I		
			Derecho I			Taller de diseño ambiental I		
	Horas	4	4	4	4	4	4	28
	Créditos	8	8	8	8	8	8	56
	SEXTO SEMESTRE	Asignatura	1a. OPCIÓN	2a. OPCIÓN	3a. OPCIÓN		4a. OPCIÓN	5a. OPCIÓN
(OPTATIVA)			(OPTATIVA)	OBLIGATORIA	(OPTATIVA)	(OPTATIVA)	(OPTATIVA)	
Cálculo integral y diferencial II			<b>Biología IV</b>	Filosofía II	Temas selectos de Filosofía II	Administración II	Griego II	
Estadística y probabilidad II			Física IV			Antropología II	Latín II	
Cibernética y computación II			Química IV			Ciencias de la salud II	Lectura y análisis de textos literarios II	
			Ciencias Políticas y Sociales II			Taller de comunicación II		
			Derecho II			Taller de diseño ambiental II		
Horas		4	4	4	4	4	4	28
Créditos		8	8	8	8	8	8	56

Basándonos en la información de la Tabla 1, se observa que en el primer y segundo semestres se cursan cinco asignaturas además del Taller de Cómputo, (éste tiene la opción de estudiarse en cualquiera de los dos semestres). El tercer y cuarto semestres se imparten seis asignaturas, y en el quinto y sexto el estudiante tiene que elegir cinco materias optativas.

Resaltamos que las materias de Biología I y II se estudian obligatoriamente en el 3° y 4° semestres, las Biologías III y IV se cursan en el 5° y 6° semestres, sólo si los estudiantes las seleccionan, ya que tienen carácter optativo.

### **1.4.1 Programa de estudios de Biología III**

Se presenta el programa de estudios de Biología III, unidad I, resaltamos que con base en sus contenidos se elaboró la estrategia didáctica constructivista.

#### **1.4.1.1 Unidades y propósitos**

La asignatura está integrada por dos unidades de estudio:

Unidad I: ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

Unidad II: ¿Por qué se considera a la variación genética como la base molecular de la Biodiversidad?

Cada unidad tiene asignada 32 horas de trabajo, distribuidas en 2 horas por sesión, 2 veces por semana.

El propósito general de la unidad I plantea que: “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” (PEB III y IV, 2004:12)<sup>6</sup>. También

---

<sup>6</sup> PEB III y IV : Programa de estudios de Biología III y IV (quinto y sexto semestres)

plantea que el alumno aplique sus habilidades, actitudes y valores en la obtención, comprobación y comunicación del conocimiento científico, al llevar a cabo investigaciones y por último que desarrolle una actitud crítica, científica y responsable ante problemas concretos que se le planteen.

### 1.4.1.1.1 Unidad I

La unidad I, del programa de estudios de Biología III (Cuadro 1), está organizado en tres columnas, de izquierda a derecha en la primera encontramos señalados los aprendizajes que deberán alcanzar los estudiantes, en la segunda están las estrategias de enseñanza que se sugieren para abordar los contenidos temáticos que se encuentran en la tercera columna.

Cuadro 1. Programa de estudios de Biología III, Unidad I

APRENDIZAJES	ESTRATEGIAS	TEMÁTICA
<p>El alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Describe las características de las enzimas, como punto de partida para identificar sus principales tipos y funciones.</li> <li>▪ Reconoce que las reacciones químicas en los sistemas vivos están organizadas en diversas rutas metabólicas.</li> <li>▪ Identifica la diversidad de los sistemas vivos a partir de sus características metabólicas.</li> <li>▪ Comprende que la fermentación y la respiración son procesos que, con distintas rutas metabólicas sirven para la degradación de biomoléculas en los sistemas vivos.</li> <li>▪ 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.</li> <li>▪ 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.</li> <li>▪ 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).</li> <li>▪ 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.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El profesor promoverá actividades de apertura, desarrollo y cierre que promuevan el logro de los aprendizajes.</li> <li>▪ El profesor detectará los conocimientos previos de los alumnos con respecto a la diversidad de los sistemas vivos en relación con su metabolismo.</li> <li>▪ El profesor diseñará instrumentos que permitan al alumno relacionar lo que sabe con lo que va aprender sobre la diversidad de los sistemas vivos y los procesos metabólicos que la explican.</li> <li>▪ Los alumnos recopilarán, analizarán e interpretarán información procedente de distintas fuentes sobre los aspectos señalados en la temática.</li> <li>▪ Los alumnos en equipo llevarán a cabo experiencias de laboratorio o de campo, que pueden ser propuestas por el profesor y/o por ellos mismos, sobre problemas relativos a los temas de estudiados.</li> <li>▪ Los alumnos construirán modelos y otras representaciones que faciliten la comprensión de la temática abordada.</li> <li>▪ Los alumnos elaborarán informes de sus actividades y los presentarán en forma oral y escrita.</li> <li>▪ El profesor utilizará en casa materiales didácticos que permitan a los alumnos adquirir, ampliar y aplicar información sobre la temática.</li> <li>▪ El profesor promoverá en el grupo la resolución de problemas que contribuyan al logro de los aprendizajes de la unidad.</li> <li>▪ El profesor propondrá al grupo la asistencia a conferencias y la visita a instituciones y centros de investigación para ampliar los aprendizajes.</li> <li>▪ El profesor guiará a los alumnos en el diseño de una investigación experimental sobre alguna de las temáticas del curso.</li> <li>▪ El profesor y los alumnos evaluarán el logro de los aprendizajes a lo largo de la unidad.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>TEMA I</b></p> <p style="text-align: center;">METABOLISMO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Enzimas</li> <li>▪ Rutas metabólicas</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>TEMA II</b></p> <p style="text-align: center;">DIVERSIDAD DE LOS SISTEMAS VIVOS Y METABOLISMO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Quimioautótrofos, fotoautótrofos y heterótrofos.</li> <li>▪ Catabolismo: Fermentación y respiración celular.</li> <li>▪ Anabolismo: Fotosíntesis y síntesis de proteínas.</li> </ul>

Cuando se habla de la temática se hace referencia a los contenidos como los “...hechos, conceptos, principios, procedimientos, valores, normas y actitudes” (Coll, 2002:138). Los aprendizajes implican un proceso a través del cual un sujeto adquiere habilidades prácticas, se apropia de contenidos informativos, adopta nuevas estrategias de conocimiento y/o de acción (Izquierdo, 2004), realizar estas construcciones son el objetivo de la unidad. En este caso, la unidad comprende dos temas: I) Metabolismo, y II) Diversidad de los sistemas vivos; además de sus respectivos subtemas.

## **1.4.2 Enfoques**

Los enfoques contemplados en el programa de estudios de Biología III del CCH son el disciplinario y el didáctico que se describen a continuación.

### **1.4.2.1 Enfoque disciplinario**

Se propone un enfoque integral de la Biología y como eje principal a la biodiversidad, además de tres ejes complementarios: el pensamiento evolucionista, el análisis histórico y la relación sociedad-ciencia-tecnología (PEB, III y IV, 2004).

El pensamiento evolucionista, explica el origen, la complejidad y los procesos que caracterizan a la biodiversidad. Unifica el saber biológico de la genética, la ecología, la evolución y la biogeografía, en torno a la diversidad biológica.

El análisis histórico, contribuye al estudio de los diferentes conceptos y teorías en su contexto social, metodológico e ideológico de cada época. De esta forma se ubica el carácter provisional de las distintas explicaciones científicas (PEB III y IV, 2004). Al indagar el pasado se clarifica, se valora y se reconstruyen los conceptos.

La relación sociedad-ciencia-tecnología, pretende fomentar en el estudiante “...una actitud reflexiva acerca de cómo su actividad personal y social repercute en el manejo y

cuidado del ambiente, además de propiciar una actitud ética ante el avance del conocimiento científico y la tecnología” (PEB III y IV, 2004: 4).

#### **1.4.2.2 Enfoque didáctico**

Los cursos de Biología conciben al aprendizaje como un proceso de construcción mediante el cual los estudiantes conocen, comprenden y actúan. El programa de estudios de Biología III (2004), recomienda en relación a las estrategias de aprendizaje: Identificar los conocimientos previos de los estudiantes y relacionarlos con los contenidos a aprender para que alcancen una mejor comprensión. Sugiere organizar y planificar actividades o problemas que despierten el interés y estén acordes con la etapa de desarrollo de los estudiantes e impulsar “...habilidades para...buscar, seleccionar, organizar e interpretar información de diferentes fuentes, reflexionar acerca de ella y emitir juicios o puntos de vista a partir de lo investigado” (PEB III y IV, 2004:5). Las actitudes y valores se orientarán a generar interés por aprender ciencia.

Las estrategias de enseñanza se conciben como aquello que permite al profesor dirigir el aprendizaje de los alumnos (Izquierdo, 2004), estas deberán distribuirse en tres momentos: apertura, desarrollo y cierre.

Las actividades de apertura, servirán para motivar a los estudiantes y detectar sus conocimientos previos; las de desarrollo, se centrarán en el “...aprendizaje de conceptos, principios, habilidades, actitudes y valores, a través de un proceso continuo de análisis y síntesis de nuevas informaciones sobre el objeto de estudio o problema planteado” (PEB, 2004:8), y las de cierre, deberán permitir al estudiante construir una visión integral del tema, a reorganizar o reformular sus conocimientos y a transferir los aprendizajes a otros contextos.

El PEB considera tres tipos de contenidos: conceptuales, procedimentales y actitudinal - valoral.

## **1.5 Problemas en el proceso de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia y del metabolismo**

Existen pocos trabajos que abordan la problemática de la enseñanza y aprendizaje del metabolismo a nivel bachillerato, sin embargo, durante la investigación encontramos que los problemas en el proceso de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia se debe a las formas de enseñanza de los docentes, a las concepciones y actitudes de los estudiantes en relación a la ciencia y a la dificultad por asimilar los contenidos.

En relación a la forma de impartir clases por los profesores se dice: “El conocimiento científico, tal como se enseña en las aulas, sigue siendo ante todo un conocimiento verbal” (Pozo y Gómez, 2004:51) donde el alumno se dedica a escuchar y copiar. En esta enseñanza tradicional el profesor es el proveedor de conocimientos elaborados y el estudiante un consumidor de esos conocimientos. El único criterio que determina qué contenidos son relevantes y su organización es el conocimiento disciplinar “...entendido como el cuerpo de conocimientos aceptado en una comunidad científica” (Pozo y Gómez, 2004:269).

Por su parte los profesores que enseñan ciencia muestran cierto desaliento como lo refieren Pozo y Gómez (2004:18), al decir “...cunde entre los profesores de ciencias,... una creciente sensación de desasosiego, de frustración, al comprobar el limitado éxito de sus esfuerzos docentes” y aunque los autores se refieren a la educación secundaria, esta situación es también aplicable a los profesores de enseñanza media superior. En este sentido para fortalecer la formación científica de los adolescentes, en los últimos años, el CCH ha contado con laboratorios SILADIN donde se fomenta el trabajo de investigación y desafortunadamente se ha observado que pocos son los estudiantes que acuden de manera voluntaria a realizar actividades experimentales.

Otros factores que afectan la enseñanza de las ciencias son: tiempo limitado para desarrollar la temática de las unidades de estudio; la inexperiencia del docente, su dominio de los contenidos disciplinares, su familiaridad con el modelo educativo del CCH, la poca diversidad en las actividades de enseñanza y aprendizaje, el poco

conocimiento de las teorías pedagógicas, didácticas y psicológicas que en determinado momento podrían auxiliarlo en el trabajo de aula.

En el caso de los estudiantes la dificultad radica no solo "...en la deficiente comprensión de los contenidos científicos que se producen durante la escolaridad, sino en la enorme abstracción de dichos contenidos" (Carretero, 1993:84). A diferencia del conocimiento cotidiano el conocimiento científico se caracteriza según lo expone Mario Carretero (1993), en poseer un alto nivel de complejidad: la mayor parte de los conceptos se refieren a entidades abstractas que difícilmente tienen un referente concreto en la realidad cotidiana del estudiante; la estructura de los conceptos cobran sentido en un contexto muy estructurado, minucioso y complejo. Las predicciones que ofrecen las teorías científicas son contrarias a la experiencia cotidiana.

Los autores Pozo y Gómez (2004), señalan que las falsas concepciones son otro problema en el aprendizaje de la ciencia, porque son persistentes en los estudiantes y su modificación requiere de mucho tiempo de instrucción científica.

Entre las ideas que poseen los estudiantes en relación a la ciencia están: aprender ciencia consiste en repetir de la mejor forma posible lo que explica el profesor en clase (Pozo y Gómez, 2004:21). La ciencia es la única que posee verdades, por lo tanto es incuestionable y sólo la posee el profesor. El conocimiento científico es muy útil para trabajar en el laboratorio, para investigar y para inventar cosas nuevas y no sirve de nada en la vida cotidiana (Pozo y Gómez, 2004), esto revela una desconexión entre lo que aprende el alumno en la escuela con las vivencias fuera de ella. En este sentido, es más fácil para el estudiante recurrir al pensamiento mágico para explicar los fenómenos cotidianos; por ejemplo, no comer pan con agua porque se generan lombrices. Estas interpretaciones conocidas como concepciones alternativas, es el conocimiento previo que los estudiantes traen a clase y que se deben deconstruir para construir (Pozo, 1987, cit. por García-Milá, 2008). Para Pozo, las concepciones alternativas son construcciones personales producto de la interacción cotidiana con el entorno y presentan incoherencia científica aunque no cotidiana porque es común que sean predictivas de fenómenos observados por los estudiantes; "...son estables y

presentan resistencia al cambio, ya que los alumnos no las modifican a pesar de los esfuerzos del profesor por cambiarlas” (Pozo, 1987, cit. por García-Milá, 2008:537).

García-Milá, encontró en 1996, que entre las concepciones alternativas de los estudiantes en relación a la respiración celular de las plantas y fotosíntesis, lo siguiente:

“La respiración celular de las plantas es distinta a la nuestra, necesitan  $\text{CO}_2$  para crear energía.

Las plantas no necesitan  $\text{O}_2$ , lo pueden obtener del  $\text{H}_2\text{O}$ .

Los alimentos de las plantas provienen del agua y la tierra” (García-Milá, 2008:538). Las concepciones científicas correctas son:...

“las plantas crean su alimento a través de la fotosíntesis.

La fotosíntesis requiere  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ .

Las plantas utilizan el alimento producto de la fotosíntesis en la respiración celular.

La respiración celular requiere  $\text{O}_2$  y glucosa y produce  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ ” (García-Milá, 2008: 538).

Por otra parte, el curso de biología III, unidad I, varios de los conceptos que ahí se estudian están relacionados con la bioquímica; por ejemplo, una vía metabólica es conceptualizada como una red de reacciones, en las cuales el sustrato como la glucosa, está conectado con la formación de diferentes productos llamados metabolitos como el etanol y dióxido de carbono (Viniegra y González, 2004). Los conceptos que se abordan son poco familiares para los estudiantes en este sentido Viniegra y González (2004) comentan: lamentablemente la enseñanza de la bioquímica se ha orientado, en forma tradicional, a la memorización de una serie de compuestos orgánicos con nombres raros y estructuras que tienen poco que ver con la experiencia cotidiana de los alumnos. Quizás por esa razón, la bioquímica se ha vuelto una disciplina poco atractiva y difícil de comprender para muchas generaciones de estudiantes en carreras tan diversas como las áreas médicas, las ciencias químicas y la ingeniería ligada a los alimentos o a la biotecnología. Considerando la poca familiaridad del estudiante hacia los conceptos abordados en el tema de metabolismo se propuso en la estrategia con un enfoque constructivista la elaboración de un glosario de términos (véase anexo 4,

apéndice A) al inicio de la intervención pedagógica precisamente para crear un código de comunicación en clase y que los jóvenes fueran familiarizándose con los conceptos.

Por considerar lo difícil y complicado que llega a ser la enseñanza y aprendizaje de algunos contenidos de la biología, es que nos dimos a la tarea de proponer un conjunto de estrategias que a nuestra consideración podrían favorecer el estudio de un tema complejo como el metabolismo. Más adelante, en este mismo trabajo se detallan la planeación didáctica (anexo 2, apéndice A), las actividades sesión por sesión (anexo 3-15, apéndice A) y los resultados de su implementación (Capítulo IV).

## **CAPÍTULO II**

### **LA ORIENTACIÓN CONSTRUCTIVISTA DE LA EDUCACIÓN**

El capítulo expone el enfoque educativo denominado constructivismo que desde mediados de los noventa (1996), se ha propuesto en el bachillerato del CCH, al promover aprendizajes significativos en su población estudiantil. En esta concepción educativa la función del estudiante, del docente, de los contenidos, los propósitos, las estrategias de enseñanza-aprendizaje y la forma de evaluar son concebidas de forma distinta a la enseñanza tradicional. Puesto que no concibe al estudiante en un estado pasivo, ni al docente como el transmisor, resalta al aprendizaje como un proceso que se construye de forma continua e inicia a partir de lo que el aprendiz trae a clase (Pessoa de Carvalho, 1997). Lograr aprendizajes significativos precisa del conocimiento, la actitud, la motivación, el interés, la experiencia previa del estudiante, y potenciar la relación entre conceptos adquiridos y los nuevos, entre el conocimiento y la vida, entre la teoría y la práctica, a partir de estas vinculaciones significativas, el contenido de los nuevos aprendizajes cobran valor para la persona y aumenta la posibilidad de que sean duraderos (Castellanos y cols., 2007).

Esta investigación parte de los supuestos teóricos de origen psicológico, cognoscitivo y sociocultural que explican cómo los individuos construyen el conocimiento, por ello, tomamos algunos conceptos de los trabajos de Piaget, Ausubel y Vygotsky, por ser a nuestra consideración los más citados por algunos estudiosos del constructivismo como Frida Díaz Barriga, Cesar Coll, Mario Carretero, entre otros.

#### **2.1 Aportaciones de la pedagogía, didáctica y psicología**

Las aportaciones de la pedagogía, didáctica y psicología; nos auxilian a entender cómo aprenden nuestros estudiantes y cómo poder auxiliarles en esta tarea. La didáctica como parte de la pedagogía está presente en el trabajo del profesor desde que inicia su planeación del curso donde precisa las estrategias que facilitarán el aprendizaje a los

estudiantes, este proceso de sistematización requiere de la acción reflexiva de la práctica docente. Desde la didáctica se entiende que el proceso de enseñanza–aprendizaje, constituye 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).

Esta acción didáctica según Gutiérrez (2006, b), debe contemplar tres momentos: la planeación, ejecución y evaluación, pero lo más importante es el análisis crítico del docente sobre el contexto y los roles de quienes participan en el proceso enseñanza–aprendizaje y con esta información reformular la práctica docente cotidiana e ir fortaleciendo el proceso continuamente, en este sentido coincidimos con Morán (2010), cuando dice: a medida en que se evalúa de manera constante la docencia y se implican decisiones que modifican o alteran lo planeado para mejorar, se están introduciendo novedades: puede ser cambiar una técnica o un método, cambiar el tipo de actividad o experiencia de aprendizaje o el tipo de materiales didácticos utilizados, es decir, se ajusta la intervención pedagógica a las necesidades y condiciones a la realidad del proceso, adquiriendo así un carácter dinámico.

Según la didáctica se debe procurar analizar, integrar y orientar seis componentes principales: el alumno (sus capacidades, intereses y habilidades); el docente (como facilitador del aprendizaje); objetivos (los que marcan la pauta en la construcción del conocimiento, habilidades, valores y actitudes, de ellos se derivan las estrategias y los recursos para su logro); contenido (valores culturales que se organizan en asignaturas y se desglosan en unidades didácticas); métodos y técnicas de enseñanza (recursos personales y materiales acordes a la manera de aprender de los estudiantes y las actividades que lograrán un aprendizaje significativo); y por último, el medio geográfico (adecuar los contenidos a las exigencias económicas, culturales y sociales).

En cuanto a la psicología, sufrió una desconexión con la educación en los años 1940 y 1950. Los psicólogos trataban de buscar una solución para guiar, orientar y mejorar la educación considerando los resultados obtenidos en sus laboratorios; y los docentes manifestaban su preocupación por encontrar soluciones a sus problemas al margen de las teorías psicológicas del aprendizaje y desarrollo. Hoy por hoy la psicología reorienta

su metodología al “...elaborar teorías y explicaciones del comportamiento de personas reales en entornos reales...mediante el desarrollo de teorías útiles y relevantes desde el punto de vista educativo” (Coll, 2008: 41). En este sentido, la psicología provee a la educación de bases para tomar decisiones en el campo de la práctica, por ello, surge como una de sus disciplinas la psicología de la educación, que se ocupa del estudio de los fenómenos y procesos educativos para contribuir a la elaboración de teorías que permitan comprender y explicar estos procesos; auxilia en la elaboración de actividades de enseñanza y aprendizaje, en los procedimientos de evaluación del aprendizaje, para la selección de materiales didácticos o curriculares, en las estrategias de atención a la diversidad, procedimientos, estrategias y modelos de planificación e intervención, entre otros, y con ello, coadyuvar a la instauración de prácticas educativas eficaces, satisfactorias y enriquecedoras para los participantes (Coll, 2008).

Las aportaciones de la psicología al enfoque constructivista han servido para concebir al aprendizaje escolar como un proceso de construcción del conocimiento y la enseñanza como una ayuda que se proporciona ha dicho proceso. De ahí el término constructivismo. En el constructivismo el estudiante construye, modifica, diversifica sus esquemas, para enriquecer su formación personal (Coll, 1990).

Basándonos en datos reportados por Aldama (2006), en el sistema educativo mexicano, fue a partir de la década de los noventa que la enseñanza media superior adoptó la orientación constructivista, según en el Programa Nacional de Educación 2001-2006, en el documento:

“Desarrollo de la Educación Tecnológica se estipulan los principios de la política educativa que deberán guiar los currículos nacionales de la reforma a los planes y programas de estudio de educación media superior, cuya tendencia didáctica es el desarrollo de estrategias centradas en el aprendizaje” (Aldama, 2006:52).

Por ser el constructivismo una propuesta educativa centrada en la elaboración de aprendizajes significativos, es que consideramos que el CCH ha orientado sus programas de estudios 1996, hacia este enfoque educativo y obviamente a la asignatura de Biología III, cuyo programa de estudios (véase Cap. I, Cuadro 1, de este

trabajo)<sup>7</sup>, señala en la primera columna los aprendizajes declarativos, procedimental y las actitudes que deberá lograr el bachiller al abordar los temas I y II de la unidad I.

Entre los postulados constructivistas están: concebir al hecho educativo como un proceso permanente de auto construcción y reconstrucción. Todo nuevo conocimiento parte de la existencia de conocimientos previos como conceptos, explicaciones, habilidades, destrezas cognitivas, formas de trabajo, estrategias de resolución de problemas, valores y actitudes, que tanto en profesores y en estudiantes se encuentran elaborados (Edwards, 1987, cit. por Aldama 2006). Por lo tanto, la enseñanza y el aprendizaje son procesos interactivos donde el sujeto enriquece sus estructuras mentales adquiriendo complejidad.

La intervención pedagógica desde la perspectiva constructivista, es contribuir a que el estudiante desarrolle la capacidad de realizar aprendizajes significativos proporcionándole un amplio abanico de situaciones donde “aprenda a aprender” (Coll, 1990), ajustando la ayuda pedagógica a sus necesidades y características. La construcción del conocimiento científico es una actividad interesante porque “...es una actividad colectiva que tiene como objetivo descubrir el orden de la naturaleza y averiguar las causas que gobiernan este orden” (Garcia-Milà 2008: 528).

El constructivismo cuenta con diversas aportaciones principalmente de los enfoques psicognético, cognoscitivista y sociocultural. Se consideró necesario exponer algunas ideas importantes de figuras destacadas como Piaget, Ausubel y Vygotsky; quienes han permitido a autores contemporáneos configurar este enfoque como la orientación actual y prominente en la educación.

### **2.1.1 Aportaciones de Jean Piaget (1896-1980)**

Biólogo y psicólogo, Jean Piaget es uno de los personajes más importantes de la psicología y la pedagogía modernas. Nació en Neuchâtel, Suiza, el 9 de agosto de 1896, donde realizó sus estudios. Fue el mayor de tres hijos y desde muy joven mostró

---

<sup>7</sup> Consultar página 10 , Cap. 1

interés por el estudio de las aves, fósiles y moluscos, en 1906 publica su primer artículo titulado *Un gorrión albino* y se convierte en ayudante del director del Museo de Historia Natural de su país.

Se licenció y doctoró (1918) en biología en la Universidad de su ciudad natal. A partir de 1919 inició su trabajo en instituciones psicológicas de Zurich y París, donde desarrolló su teoría sobre la naturaleza del conocimiento. En 1918 después de graduarse en ciencias naturales, adquiere el doctorado con la tesis sobre moluscos del Valais. Posteriormente se traslada a Zurich con el objeto de estudiar psicología. Su incursión en la psicología pretendía ser breve y solo para desarrollar una teoría de orientación biológica sobre la naturaleza y origen del conocimiento, por esta razón se le considera un epistemólogo genético (Rosas y Sebastián, 2008). En 1919 decide radicar en París, donde amplía sus estudios relacionados con la inteligencia infantil en la Sorbona. El trabajo con niños le motiva a dedicarse a la psicología infantil.

El trabajo de Piaget se centró en explicar la formación y desarrollo del conocimiento en los seres humanos, inquietud que nació a partir de las diferencias observadas en el desempeño cognitivo de los niños, al darse cuenta que en ciertas etapas de su desarrollo eran incapaces de resolver un problema aún cuando se les había instruido para hacerlo, concluyó que la solución de los problemas depende del progreso de ciertas estructuras cognitivas.

Para Piaget el conocimiento es un proceso que debe estudiarse de forma histórica, cómo cambia y evoluciona. Por ello, propuso la epistemología genética como la "...disciplina que estudia los mecanismos y procesos mediante los cuales se pasa <de los estados de menor conocimiento a los estados de conocimiento más avanzados>" (Piaget, 1979: 16, cit. por Coll y Martí, 2008:68).

El nivel de competencia intelectual de una persona en un momento determinado de su desarrollo depende de la naturaleza de sus esquemas y de la forma en que se combinan y coordinan entre sí formando estructuras. Las estructuras que conforman la cognición humana tiene su origen en alguna estructura anterior, es decir, en el proceso de transformación constructiva, las estructuras más simples van siendo incorporadas en otras de orden superior (Rosas y Sebastián, 2008) en ello, versó su epistemología

genética. El método psicogenético que utilizó "...estudia cómo los seres humanos pasan de un estado de menor conocimiento a un estado de mayor conocimiento en el transcurso de su desarrollo" (Coll y Martí, 2008:68).

La psicología genética ha identificado cuatro estadios o periodos evolutivos en el desarrollo cognitivo: sensorio-motriz, preoperacional, operaciones concretas y operaciones formales.

Etapa sensorio-motriz: comprende desde el nacimiento hasta los dos años. El objetivo es adquirir la función simbólica o capacidad de representar el mundo externo por medio de símbolos. El bebé utiliza lo que Piaget (1983) denominó la asimilación perceptiva y motriz, se forman los primeros hábitos; se da la coordinación de la visión y de la aprensión que marcan la transición entre el hábito y la inteligencia; el niño aplica los medios conocidos para alcanzar sus objetivos; conforme va creciendo presenta una conducta más inteligente, sus acciones tienen una finalidad, hay un interés por conocer lo nuevo. Por último, entre el año y medio y dos se da la plenitud de la inteligencia sensorio-motriz. El niño comprende que hay soluciones, ya no practica el ensayo-error, y coordina mejor sus movimientos.

Etapa pre-operacional: se desarrolla entre los dos y siete años, el objetivo es la preparación, a partir del ejercicio y uso de símbolos, para adquirir las "operaciones mentales", que Piaget describió como estructuras cognitivas que le permiten al individuo operar en su ambiente de manera lógica y reversible. El carácter del niño es egocéntrico, adquiere un lenguaje y pensamiento simbólico y pre-conceptual e intuitivo ya que los conceptos no están organizados coherentemente y predomina el pensamiento subjetivo. No puede distinguir entre la forma y el contenido.

Etapa de las operaciones concretas: abarca entre los siete y doce años, se caracteriza por el ejercicio de la lógica en la acción del individuo con los objetos de su entorno. Las operaciones concretas se realizan con objetos manipulables. El niño entiende el carácter reversible de las acciones como combinar, disociar, clasificar, pero solo con objetos concretos. Esto le permite establecer relaciones de orden temporal (antes y después) y coordinarlas con las de duración (largo y corto plazo).

Etapa de las operaciones formales: se desarrolla entre los once y quince años. El individuo ya opera en el ambiente de manera hipotético-deductiva, aún en ausencia de experimentación práctica (Rosas y Sebastián, 2008). El adolescente es capaz de establecer hipótesis y de hacer deducciones; resuelve problemas abstractos, es decir, puede operar sobre un material simbólico como el lenguaje o las matemáticas.

En esta etapa ubicamos a los estudiantes del CCH como individuos que se espera han logrado desarrollar el pensamiento formal (por la edad y madurez cognitiva). Al comprobar sus hipótesis, es capaz de proyectar experimentos, obtener información, elaborar conclusiones y aplicar lo estudiado a nuevas situaciones.

Las competencias cognitivas propias de cada estadio indican según Piaget las posibilidades de aprender que tienen los sujetos, como profesores es necesario identificar el nivel cognitivo para planear nuestra intervención pedagógica.

A las unidades de organización que posee el sujeto cognoscente, Piaget las llamó esquemas. “Los esquemas son precisamente los ladrillos de toda la construcción del sistema intelectual o cognoscitivo. Los esquemas se ejercitan, organizan, diferencian e integran en forma cada vez más complejas. La totalidad organizada de esquemas, con ciertas leyes de composición y transformaciones, constituyen la estructura de conocimiento” (Hernández, 1998:178).

En el proceso del desarrollo cognoscitivo existen dos funciones principales: la organización y la adaptación.

La organización en el esquema Piagetiano tiene tres funciones:

La conservación: permite mantener parcialmente las estructuras coherentes adquiridas por la interacción con el medio, ya que es un proceso dinámico.

La tendencia asimilativa: aunque las estructuras organizadas se conservan permiten que se incorporen nuevos elementos variables que las enriquecen.

La propensión hacia la diferenciación y la integración: las estructuras, por su naturaleza dinámica y abierta tienden a diferenciarse, coordinarse y establecer nuevas relaciones de integración (Hernández, 1998).

Un estudiante puede mantener sus estructuras por un tiempo y cuando las condiciones externas lo permitan las reorganizará para establecer nuevos acomodados que se diferenciarán de las iniciales al producirse un aprendizaje. Este proceso funciona desde que los individuos nacen; a partir de sus primeras experiencias empiezan a formar esquemas mentales que van creciendo y sumándose para formar su estructura cognitiva. “Estas estructuras son de naturaleza abstracta y tienen su modelo en las estructuras matemáticas y lógicas; no pueden ser medidas directamente, sino que se infieren a partir de la observación de diversos conjuntos de conductas. Son, en un sentido estricto, constructos psicológicos” (Rosas y Sebastián, 2008:13). Lo que define a una estructura son las relaciones que se establecen entre ellos, son entramados flexibles donde el sujeto encaja la realidad, cambian y se ajustan a diversos contenidos.

Piaget, postuló que al proceso de incorporar un elemento, característica u objeto a las estructuras o esquemas del sujeto se le llama asimilación es decir, se produce un acto de significación producto de la interacción sujeto-objeto, que brinda la oportunidad de interpretar la realidad. En este sentido la asimilación se concibe como un acto de usar los esquemas para interpretar y estructurar la información entrante (Hernández, 1998).

Todo esquema de asimilación tiende a sufrir un ajuste ya sea ligero o significativo, ocasionado por la interacción de la información existente con la información nueva. A esta re-acomodación Piaget la denominó acomodación y consiste en la reestructuración de las estructuras mentales a causa de la incorporación de nuevos aspectos del mundo exterior. Durante este acto de inteligencia el sujeto se adapta a los requerimientos de la vida real, pero al mismo tiempo mantiene una dinámica constante en sus estructuras mentales (Hernández, 2008).

Cuando la información nueva no produce cambios en los esquemas del sujeto (entre los procesos de asimilación y acomodación) se dice que existe un equilibrio entre las estructuras del sujeto y el medio.

Piaget demostró que el desarrollo del niño va de lo individual a lo social; por esta razón tomó al individuo como la unidad de análisis, que lo llevó a considerar la actividad de los niños como una construcción solitaria, más que una actividad social y el rendimiento como un logro individual dependiente de las estructuras mentales (Vielma y Salas,

2000). Por lo tanto, el desarrollo progresa desde un aspecto individual hasta lo social y colectivo. Con el proceso de interacción social se transforma la naturaleza del individuo originando lo más impactante: el conocimiento humano, el cual es construido dentro de una cooperación colectiva (Vielma y Salas, 2000).

Piaget propuso que la forma en que los niños adquieren el conocimiento es parecida al que realizan los científicos al trabajar con experiencias físicas, lógicas y matemáticas, bajo este esquema los niños dan sentido a lo que les rodea y así conocen su mundo. Las acciones y la interrelación con su mundo van conformando el contenido de la inteligencia y la organización depende del lenguaje y de los instrumentos simbólicos (Arroyo, 1996).

Los estudios de Piaget y sus colaboradores concluyen que la capacidad de aprendizaje del sujeto depende de su nivel de competencia cognitiva. Si se fuerza a un estudiante a aprender un contenido que sobrepasa sus capacidades, puede dar lugar a la memorización o a una comprensión incorrecta (Coll y Martí, 2008).

El conocimiento es resultado de la interacción sujeto-objeto que concluye con una construcción. El niño se encuentra con objetos en su entorno físico y con nociones transmitidas por su entorno social, según Piaget, no los adopta tal cual, sino que los transforma y los asimila a sus estructuras mentales (Coll y Martí, 2008).

Los trabajos de Jean Piaget, se han retomado para formar parte del enfoque psicogenético constructivista (Hernández, 2006) donde le otorgan al estudiante un papel activo en el proceso de conocimiento.

### **2.1.2 Aportaciones de David Paul Ausubel (1918- 2008)**

Ausubel nació en 1918 en Nueva York, Estados Unidos y falleció el 9 de julio de 2008, hijo de una familia de inmigrantes judíos de Europa central. Estudio medicina y psicología en la Universidad de Pennsylvania y Middlesex. Fue cirujano asistente y psiquiatra residente del servicio público de salud de los Estados Unidos. También estudio en la Universidad de Columbia y obtuvo su doctorado en psicología del

desarrollo. En 1950 aceptó trabajar en proyectos en la Universidad de Illinois, donde publicó trabajos sobre psicología cognitiva. Fue director del departamento de Psicología educacional para postgrados en la Universidad de New York, donde trabajó hasta jubilarse en 1975. Al año siguiente fue premiado por la Asociación Americana de Psicología por su contribución distinguida a la psicología de la educación. Propuso la teoría del aprendizaje significativo, que responde al paradigma cognitivo de la educación que tiene sus orígenes en la década de los cincuenta (1956). Finalmente murió a los 90 años.

Su estudio se centró en analizar las características de los diversos tipos de aprendizaje que se producen en el contexto escolar. Para él hay dos dimensiones en su propuesta del aprendizaje significativo: el aprendizaje por descubrimiento y el aprendizaje por recepción (Ausubel y cols., 1983).

El aprendizaje significativo es aquel donde la nueva información se relaciona de manera sustancial, con los conocimientos que el estudiante posee, hasta producirse una transformación. "...por relación sustancial y no arbitraria queremos decir que las ideas se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo...un concepto o una proposición" (Ausubel y cols., 1983:48). En contraste, el aprendizaje repetitivo que se refiere a aquellas situaciones en las que se establecen asociaciones arbitrarias, literales y no sustantivas entre los conocimientos previos del estudiante y el nuevo contenido.

En relación a la forma de cómo el profesor presenta los contenidos, se pueden promover dos tipos de aprendizaje: por descubrimiento o por recepción. En el aprendizaje por descubrimiento el contenido no se presenta al estudiante, tiene que ser descubierto para ser asimilado. La información se puede dar formando conceptos o solucionando problemas. En este caso el estudiante debe reorganizar o transformar la información e integrarla con la que tiene en su estructura cognoscitiva. El producto de esta interacción intrínseca adquiere un carácter significativo (Ausubel y cols., 1983).

En el aprendizaje por recepción, el profesor presenta el contenido al estudiante en su forma final, acabada; este aprendizaje es esencial para la adquisición de los conocimientos relacionados con la mayoría de las materias de estudio, y contrario a lo

que se piensa, este tipo de aprendizaje no siempre es pasivo, puede darse en un proceso activo, aunque la mayoría de las nociones sean adquiridas en su forma verbal.

Dentro de las estrategias de enseñanza y aprendizaje que se propusieron para esta investigación se incluyeron las exposiciones para apoyar a los estudiantes en sus dudas y corroborar que los conceptos trabajados no fueran mal percibidos. En biología es un recurso que permite entablar un andamiaje entre los contenidos y el estudiante.

Para Ausubel, la comprensión de los contenidos se logra si "...las ideas centrales y unificadoras de una disciplina se aprenden antes de que se introduzcan los conceptos o la información. Si se hace hincapié en definiciones exactas, y se ponen de relieve las similitudes y diferencias entre los conceptos. Si se les pide a los estudiantes que vuelvan a formular con sus propias palabras las proposiciones nuevas" (Ausubel y cols., 1983:117) con ello es probable que se obtengan aprendizajes. También los profesores pueden contribuir en el proceso de aprendizaje motivando a los estudiantes a que aprendan y cuestionen el conocimiento.

Sin duda el material de estudio también desempeña un papel importante en la promoción de aprendizajes significativos; según Ausubel (1983):

El material debe tomar en cuenta el grado de madurez del estudiante. En nuestra estrategia constructivista se consideró el nivel académico de los estudiantes, su edad y la asignatura lo que permitió establecer una relación lógica (relacionabilidad sustancial) entre el material y sus conocimientos.

En cuanto al contenido que se ha de aprender debe tener sentido lógico, es decir, ser potencialmente significativo, por su organización y estructura (relacionabilidad no arbitraria). Debe articularse con sentido psicológico en la estructura cognoscitiva del aprendiz, es decir, anclarse con los conocimientos previos además, de la disposición del estudiante por aprender, deseos y voluntad de saber, es decir, una actitud positiva hacia el aprendizaje, pues de lo contrario podrá optar por la memorización y no darse el aprendizaje significativo, ni en el proceso, ni en el resultado y terminaría por darse un aprendizaje mecánico (Arroyo, 1996).

En el aprendizaje significativo interviene el grado cognoscitivo del estudiante, su cultura y el ambiente en el que se haya criado. Esta concepción de singularidad en el

aprendizaje significativo es lo que impulsó a Ausubel (1983) a proclamar que el aprendizaje es idiosincrático.

Para Ausubel y cols. (1983) existen tres procesos que intervienen en la construcción de aprendizajes significativos:

La asimilación: el aprendizaje significativo ocurre a través de la interacción de la nueva información con las ideas preexistentes en la estructura cognoscitiva del estudiante, durante el proceso se modifica esta estructura, dando paso a una más diferenciada.

La reconciliación integradora: la nueva organización producto de la información asimilada (recombinación) da como resultado la construcción de un nuevo significado y con ello, la diferenciación progresiva de los conceptos o proposiciones que se posee. Para ello, ocurren dos procesos coordinados: la inclusión y la diferenciación.

La teoría de Ausubel (1983) postula que la estructura cognitiva del sujeto responde a una organización jerárquica en la que los conceptos se conectan entre sí mediante relaciones de subordinación, de lo general a lo específico. La incorporación del nuevo contenido hace que éste se desarrolle y se amplíe. Como los conceptos y proposiciones de la estructura cognitiva del estudiante se van precisando y haciendo más específicos Ausubel llamó a este proceso diferenciación progresiva.

### **2.1.3 Aportaciones de Lev Vygotsky (1896-1934)**

Lev Semionovich Vygotsky nació el 5 de noviembre de 1896, en Orsha, capital de Bielorrusia. Su estancia fue muy corta, porque su familia se trasladó a la ciudad de Gomel (también Bielorrusia). Ahí pasó su infancia y juventud hasta obtener su primer empleo como profesor de literatura. Además de ruso y alemán, Vygotsky estudió latín y griego, y leía hebreo, francés e inglés. Por ser judío sufrió algunos actos de discriminación. A los 17 años (1913), ingresó a la facultad de medicina en la Universidad de Moscú, posteriormente se cambió a la facultad de derecho, después a la Universidad Popular Shayavsky donde estudió Filosofía y Literatura.

En 1920, ingresa por primera vez en un sanatorio enfermo de tuberculosis. Murió en 1934 a los 38 años. Sus aportaciones se encuentran en la teoría sociocultural.

De los aportes de Vygotsky, el concepto de zona desarrollo próximo (ZDP) es el que abordaremos para los fines de este trabajo. Se define como "...la distancia entre el nivel que alcanza el alumno o la alumna cuando soluciona una tarea de manera independiente (su desarrollo actual), y el nivel que puede alcanzar cuando la realiza con ayuda del docente o de sus compañeros más competentes en este terreno (su desarrollo potencial)" (Castellanos y cols., 2007:95). Tiene lugar en la interacción, donde se crea un apoyo entre las personas y herramientas culturales adecuadas para una situación y que permite al individuo ir más allá de sus competencias actuales (Vygotsky, 1978, cit. por José y Correa, 2008)

Por lo tanto, una ZDP es "...la distancia entre el nivel real del desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz" (Vygotsky, 1978:133, cit. por José y Correa, 2008:145)

En la tesis de Vygotsky, la participación de los niños y niñas en actividades culturales, donde comparten con compañeros más capaces los conocimientos e instrumentos producto de la cultura a la que pertenecen, les permite interiorizar los instrumentos necesarios para pensar y actuar. Los agentes activos en la ZDP no solamente son personas, niños o adultos con diferentes grado de experiencia, también se encuentran los libros, videos y recursos informáticos, entre otros.

La intervención educativa en la escuela se concibe como: una zona de desarrollo próximo determinada por el nivel de desarrollo del niño y las formas de instrucción implicadas en el desarrollo de la actividad. En este caso las actividades educativas determinan y crean la ZDP.

La ZDP, es dinámica, cada paso es una construcción interactiva y específica del momento. El adulto o niño más competente auxilian con sus acciones al compañero menos competente para que pueda hacer de forma compartida lo que no es capaz de

realizar solo. En este sentido los profesores deberán diseñar las tareas pedagógicas a un nivel adecuado de complejidad (a las posibilidades del estudiante).

Por otra parte, y relacionado con lo anterior, tomamos el concepto de Bruner y Ross (1976, cit. por Coll, 2008) denominado andamiaje, que también tiene un carácter dinámico. Se concibe como el apoyo que proporciona el profesor al estudiante, se ajusta a sus competencias en cada momento y va variando a medida que el estudiante va adquiriendo mayor responsabilidad en la actividad. Es decir, esta ayuda o respuesta del docente es ajustada a las necesidades o requerimientos de los estudiantes y poco a poco se irá retirando a medida que los educandos asuman la responsabilidad de su tarea en dirección a la meta. Quien define las tareas en el aula escolar, quien guía en la mayoría de los casos los intercambios, da sentido y sitúa las intervenciones de los participantes, es el profesor.

Vygotsky (1934) destacó la importancia del lenguaje en el desarrollo cognitivo: si los estudiantes disponen de palabras y símbolos, son capaces de construir conceptos rápidamente. Consideró que el pensamiento y el lenguaje convergen en conceptos útiles que ayudan al razonamiento. Observó que el lenguaje era la principal vía de transmisión de la cultura y el vehículo principal del pensamiento y la autorregulación voluntaria.

En la reinterpretación de los escritos de Vygotsky (1934), realizados por Leontiev, Luria y Tieplov (1977), mencionan que la formación de un concepto es un acto de pensamiento complejo y genuino. Inicialmente, la palabra es una generalización primitiva y a medida que se desarrolla la inteligencia del estudiante la va reemplazando por generalizaciones más avanzadas. Este proceso conduce a la formación de conceptos. Para los autores citados, la intervención pedagógica es una de las fuentes principales para la adquisición de conceptos, y es también una poderosa herramienta que auxilia el desarrollo y evolución mental del estudiante.

La evolución hacia el concepto inicia en la infancia y las funciones intelectuales que forman la base psicológica del proceso, maduran, toman forma y se desarrollan en la pubertad. "El nuevo uso significativo de la palabra, su utilización *como un medio para la formación del concepto* es la causa psicológica inmediata del cambio radical que se

produce en el proceso intelectual al llegar al umbral de la adolescencia” (Vygotsky 1934, Leontiev y cols., 1977:91)

Por otro lado, abrir paso al pensamiento conceptual requiere de un contexto (ambiente) donde los adolescentes tengan nuevas ocupaciones que estimulen su intelecto, de no ser así, su pensamiento no llegará a alcanzar los estadios superiores o atrasarse en adquirirlos. El aprender a dirigir nuestros propios procesos mentales con la ayuda de palabras o signos es parte integral del proceso de la formación de conceptos, que alcanza su desarrollo completo en la adolescencia ((Vygotsky y cols., 1934, 1977).

Finalmente, el proceso de construcción en la educación escolar no es una realización individual, sino un proceso de co-construcción o de construcción en conjunto, se realiza con la ayuda de otras personas como el profesor o compañeros. Esta ayuda es posible gracias a la negociación de los significados y al establecimiento de un contexto discursivo que hace factible la comunicación y la comprensión.

## **2.2 La orientación constructivista en la enseñanza de la ciencia**

En el ámbito de la ciencia, los métodos que promueven el cambio conceptual proponen de forma general activar los conocimientos previos, después sugieren actividades que proporcionen a los alumnos datos discordantes con sus propias teorías o presentar modelos alternativos y por último, realizar actividades orientadas a aplicar el conocimiento adquirido a nuevas situaciones. El propósito es que el estudiante se dé cuenta de las limitaciones y carencias de sus teorías previas y la eficacia de las nuevas (Pozo, 1987).

Coincidimos con Carretero (1993), cuando afirma: la enseñanza de la ciencia enfrenta una difícil tarea relacionada con el cambio conceptual, por ello, desde el enfoque constructivista de la educación antes de explicar un tema, es preciso conocer cuáles son las representaciones o las ideas espontáneas que los estudiantes tienen, a través de cuestionarios, entrevistas o favoreciendo el diálogo entre los estudiantes, así se conocerá lo que piensan. Hecho lo anterior, el docente puede iniciar planteando

diferentes situaciones didácticas encaminadas al estudio de nuevos conceptos por ejemplo: a contradecir las ideas espontáneas del alumno de forma teórica o práctica, corrigiendo las incorrecciones, y aunque parezca contradictorio al enfoque constructivista, la explicación verbal del profesor se considera necesaria por varias razones entre ellas: formular correctamente las teorías para no deformar la información, para verificaciones, repeticiones, reformulaciones, además de realizar prácticas de laboratorio y diseñar diversos instrumentos didácticos. Lo anterior fue considerado en el diseño de nuestra propuesta constructivista.

También se deberán realizar actividades de evaluación que permitan llevar un seguimiento sistemático de los desempeños en el aula (Gutiérrez, 2006, a), para detectar los avances o reajustar el proceso enseñanza y aprendizaje.

García-Milà (2008), propone rescatar las ideas previas de los estudiantes ya sea verbalmente, con dibujos, esquemas y gráficas, con el objetivo de que se den cuenta de lo que pueden o, no explicar; después se desarrolla un debate de las ideas propias y de las de otros, se recomienda que el profesor presente evidencias teóricas o prácticas que refuten las ideas previas para generar un conflicto cognitivo y promover la reflexión sobre la necesidad de modificar el conocimiento que poseían al inicio.

Otras sugerencias para la elaboración de conocimientos científicos proponen echar mano de la construcción social, es decir, la que se produce cuando varias mentes entran en contacto, al interactuar distintos niveles de conocimiento previo, se crean y activan múltiples zonas de desarrollo próximo. Los autores Brown y Campione (1990, cit. por García-Milà, 2008) argumentan que este modelo promueve la integración del conocimiento y la comprensión de las ideas complejas entre los estudiantes.

En síntesis se coincide con Carretero (2001) cuando expone 10 acciones importantes a considerar en la enseñanza constructivista de la ciencia:

- Primeramente, se debe tomar en cuenta las ideas previas de los estudiantes acerca de los fenómenos y los conceptos que se les va a enseñar, el profesor debe conocerlas para provocar su transformación.

- Considerar la dificultad de los contenidos científicos para adecuarlos a la capacidad de los estudiantes en función de su desarrollo intelectual y el nivel educativo.
- El aprendizaje de los nuevos contenidos requiere una elaboración interna por parte del estudiante entre los conocimientos nuevos y los que poseía.
- La enseñanza de la ciencia implica un largo proceso de avances y retrocesos cuyo objetivo es el cambio conceptual.
- El conflicto cognitivo no es suficiente para generar un cambio conceptual.
- El método científico debe enseñarse como estrategia para llegar al conocimiento.
- La enseñanza de la ciencia debe tener un carácter interdisciplinario.
- Ser atractiva para los estudiantes, relacionarse con problemas que les interesen.
- La enseñanza de la ciencia requiere de actividades de campo y laboratorio, por ello, deben considerarse en la planeación de las clases.
- Es importante favorecer la comprensión de los contenidos, pero también las habilidades y actitudes.

Cabe recordar que existen tres partes medulares en la intervención pedagógica: el estudiante, el profesor, los contenidos y la evaluación.

### **2.2.1 Los estudiantes y profesores**

En el ámbito escolar la presencia de los estudiantes es imprescindible para que exista el proceso enseñanza y aprendizaje. La coincidencia entre el contenido de la asignatura y sus conocimientos generalmente es muy pobre. En la concepción constructivista los estudiantes son los únicos responsables del proceso de aprendizaje al desempeñar un rol activo y creativo.

El profesor en el constructivismo adquiere la función de ser orientador, guía y facilitador del aprendizaje a través de la intervención pedagógica. Entre las tareas más

importantes del docente esta la planeación didáctica, ello precisa contar con objetivos claros, conocer la estructura conceptual de la disciplina, unidad o tema, conocer al estudiante y contar con recursos materiales (instrumentos, equipo, entre otros) y ambientales (espacio y tiempo), para su diseño y ejecución, cuya meta es facilitar los aprendizajes.

Morán (2010) sostiene que la innovación en la docencia requiere que haya en los profesores sensibilidad y creatividad, ello implica estar atento a las necesidades, intereses y expectativas de los estudiantes, así como de sus reacciones; a medida que se reflexiona sobre el acontecer cotidiano del aula, el profesor abre las puertas a nuevas propuestas de trabajo acordes a la realidad.

La docencia actual necesita revisar y replantear sus supuestos teóricos y sus prácticas en el aula. No proveer de *ingenio, creatividad y compromiso* al acontecer cotidiano de enseñar y aprender es no cambiar nada (Fuentes, 1990, cit. por Morán, 2010).

### **2.2.2 Los contenidos**

Son un medio para conseguir la formación del ser humano, para Pozo (1997), los contenidos son un vehículo para desarrollar diversas capacidades en los estudiantes. Se conciben como un conjunto de saberes o formas culturales cuya asimilación y apropiación por los estudiantes es esencial para su desarrollo y socialización (Coll, 1991).

En el quehacer educativo se identifican tres tipos de contenidos: los declarativos, procedimentales y actitudinal-valoral.

Los contenidos de tipo declarativo se refieren al *saber qué*, “Cuando un contenido de aprendizaje se refiere a hechos, es decir, información sobre nombres, fechas, símbolos de objetos o acontecimientos particulares” (Zabala, 2007:137).

Los contenidos relacionados con los conceptos y principios “...dada su complejidad...exigen...comprensión y...una intensa actividad por parte del alumno, para poder establecer relaciones pertinentes entre los nuevos contenidos y los

elementos ya disponibles” (Zabala, 2007:138). Por sus características, estos contenidos requieren estrategias de aprendizaje más elaboradas y más tiempo para realizarlas. En este caso, nuestra propuesta constructivista se auxilió principalmente de este tipo de contenidos, los cuales fueron medidos en dos fases conocidas como pre y post-evaluación. La información que se utilizó para el diseño de la propuesta constructivista para el tema de metabolismo se puede consultar en el anexo 1, apéndice A de este trabajo.

Los contenidos de tipo procedimental constituyen *el saber hacer*, se refieren a las técnicas, métodos, destrezas o habilidades, es decir, lo que “sabemos hacer”. Son un conjunto de acciones ordenadas dirigidas a la consecución de un fin, como puede ser dibujar, leer un mapa, realizar la medida del crecimiento de una planta o utilizar un algoritmo. (Zabala, 2007). En este sentido, nuestra estrategia incluyó para los estudiantes del CCH, prácticas de laboratorio, exposiciones, diseño de juegos, estructurar mapas mentales, conceptuales y cuadros sinópticos (ver anexos 3 al 15, apéndice A). Para el aprendizaje de procedimientos implica acciones y requiere del conocimiento de los contenidos conceptuales.

Los contenidos de tipo actitudinal-valoral, se refieren al *saber ser*. Las actividades, para aprender valores, normas y actitudes son muy complejas y abarcan al mismo tiempo procesos de aprendizaje cognoscitivo, afectivo y conductuales. Las estrategias para promover este tipo de aprendizajes son: el aprendizaje por modelado, elaboración de reglas y compromisos, la coherencia en la actuación del profesorado. Las actividades se distinguen porque establecen vínculos afectivos además requieren de mucho tiempo (Zabala, 2007) para su concreción. Este tipo de contenidos también se promovieron en clase al trabajar en equipo y fomentar en todo momento una actitud de tolerancia y respeto hacia las diversas formas de pensamiento.

### **2.2.3 Estrategias de enseñanza**

Son actividades o tareas de aprendizaje, dirigidas a los estudiantes y adaptadas a sus características, a los recursos disponibles y a los contenidos objeto de estudio.

“Determinan el uso de los medios y metodologías, y proveen a los alumnos de información, motivación y orientación” (De Pablos 1993:276).

Las estrategias de enseñanza son consideradas como un “...proceso de ayuda que se va ajustando en función de cómo ocurre el progreso en la actividad constructiva de los alumnos” (Díaz Barriga y Hernández, 2002:140).

Algunas estrategias de enseñanza son enunciar los objetivos, resúmenes, organizadores previos, ilustraciones, organizadores gráficos, analogías, preguntas intercaladas, señalizaciones, mapas y redes conceptuales, organizadores textuales (Díaz Barriga y Hernández, 2002) alguna se incluyeron en la estrategia constructivista.

Las sesiones de clase cuentan con tres momentos el inicio, desarrollo y cierre. Las actividades de inicio preparan al estudiante en relación al qué y cómo va a aprender, se puede auxiliar con la enunciación de los objetivos y los organizadores previos.

Las estrategias de desarrollo, apoyan los contenidos curriculares durante el proceso enseñanza-aprendizaje, desde captar la atención, lograr la comprensión de los contenidos, organizar, estructurar e interrelacionar las ideas importantes. En esta etapa según recomienda Díaz Barriga y cols (2002) pueden utilizarse estrategias como ilustraciones, redes y mapas conceptuales, analogías entre otras.

Las estrategias de cierre se presentan al término del proceso de enseñanza y permiten al alumno formar una visión integral y sintética utilizando redes, mapas conceptuales o mentales.

#### **2.2.4 Estrategias de aprendizaje**

En el aspecto didáctico, las estrategias de aprendizaje son procedimientos o secuencias de acciones conscientes que incluyen varias técnicas operacionales o actividades específicas, las cuales persiguen un propósito. Se conciben como una secuencia de actividades que el docente diseña para facilitar el aprendizaje de los estudiantes; en su esquema se toma en cuenta aspectos como la motivación, la interacción, las formas de trabajo, la información y los aprendizajes a alcanzar en el

programa de estudios. Para Díaz Barriga (2002), son un conjunto de pasos, operaciones o habilidades o instrumentos que el aprendiz deberá emplear de forma consciente, controlada e intencional y que ofrecen la oportunidad de aprender significativamente y a solucionar problemas. Se diseñan previamente y se conoce su secuencia para su aplicación; pueden ser ejecutadas por los estudiantes con las instrucciones del profesor. Las estrategias pueden de aprendizaje significativo, de elaboración verbal y visual, representaciones gráficas, resumen de textos, elaboración de mapas conceptuales. Todo dependerá de los objetivos de la clase. (Ver las actividades de la propuesta con un enfoque constructivista en los anexos 3 al 15 en el apéndice A)

#### **2.2.4.1 La motivación**

La motivación es un elemento importante para el aprendizaje "...alude a un estado interno que nos activa y nos permite mantener una conducta" (Contreras y Del Bosque, 2004: 47).

La motivación puede ser intrínseca y extrínseca, en el primer caso existe un interés en las actividades por sí mismas, porque a través de ellas se desarrollarán habilidades o aumentará el conocimiento aunque impliquen desafíos, no requiere premios, ni castigos, pues la actividad es gratificante por sí misma. En el segundo caso, el interés radica en el beneficio que nos aportará, ya sea un reconocimiento, evitar un castigo, complacer a los demás, o por alguna razón, no relacionada con la tarea en sí misma.

En el terreno escolar la falta de motivación causa preocupación a los profesores cuando observan en sus estudiantes actitudes de aburrimiento o escasa iniciativa. Los estudiantes reportan que no encuentran satisfacción en realizar su trabajo, tienen dificultades para tomar sus decisiones, no se preocupan por la calidad de sus trabajos porque solo pretenden salir del paso; o no asumen sus responsabilidades y culpan de sus fracasos a los demás o a las circunstancias (Contreras y Del Bosque, 2004).

Las investigaciones sobre motivación ponen de manifiesto que los estudiantes afrontan su trabajo con más o menos interés debido a tres factores en primer instancia del significado que para los estudiantes tiene conseguir aprender lo que se les propone y depende de las metas y objetivos de cada individuo; de la seguridad y conocimientos que tienen para afrontar las tareas de aprendizaje y del tiempo y esfuerzo que se invertirá para lograr los aprendizajes (Alonso y Montero, 2008)

Se sabe que una persona motivada tiene una idea clara de lo que quiere lograr y sabe cómo hacerlo; le gusta emprender nuevas actividades; busca soluciones o alternativas; inicia nuevos proyectos y actividades en el momento oportuno; utiliza sus habilidades cuando lo requiere; es responsable de sus acciones y asume sus consecuencias; alcanza sus metas; es consciente de que se encuentra en un proceso de aprendizaje continuo por lo que sus errores, las equivocaciones y los fracasos, son otra forma de adquirir aprendizajes (Contreras y Del Bosque, 2004).

Coincidimos con Izquierdo (2004) en relación a algunos factores que favorecen la motivación en el aula: La personalidad del profesor (su presencia física, entusiasmo, dinamismo, su firmeza y seguridad); el material didáctico utilizado: sobre todo si contribuye a presentar el tema de manera concreta e interesante; las actividades diseñadas por el profesor: debates, trabajos en equipo, ejercicios, prácticas de laboratorio, actividades lúdicas, promover la curiosidad, la participación. Planear con antelación los contenidos de la materia y que vincule los hechos recientes e intereses a las necesidades de los estudiantes.

Para el diseño de nuestra propuesta consideramos los cuatro factores que Izquierdo (2004) menciona para motivar a los estudiantes: que el estudiante conozca los objetivos de la clase o tema; relacionar los intereses del estudiante con lo que tiene que estudiar; implementar métodos activos y actividades variadas (recursos visuales y experimentos); seleccionar un adecuado grado de dificultad en las tareas: que implique un reto, pero no algo insuperable y finalmente cuidar el clima afectivo-positivo en la clase.

Basándonos en una experiencia de 12 años a nivel básico secundaria, coincidimos con Alonso y Montero (2008), cuando afirman que un estudiante se esfuerza por aprender cuando encuentra algo útil en el contenido, cuando resuelve un problema o comprende

un principio; o simplemente cuando el contenido le ofrece conocimientos para un futuro profesional. En caso contrario el interés y esfuerzo disminuyen. También causa motivación el hecho de poner en juego el desarrollo de una competencia personal.

En resumen, el origen del constructivismo se remonta a la década de los años treinta del siglo pasado como un sistema teórico que ha logrado influenciar los diferentes niveles educativos entre ellos el CCH. Coincidimos con Aldama (2008) cuando dice que ha sido difícil la aplicación del constructivismo, porque los docentes "...carecen de una formación sistematizada en el campo de la docencia y de la psicología del aprendizaje" (89). En este enfoque educativo los docentes se conciben como agentes de mediación, con su autoridad pedagógica tienen a su cargo la responsabilidad de guiar el trabajo académico de los estudiantes hacia la construcción paulatina de los conocimientos, habilidades y actitudes que exige el currículo del CCH.

La escuela es un espacio sociocultural, donde las desigualdades culturales de los estudiantes se compensan al otorgar las mismas oportunidades de éxito académico y así dar cumplimiento a las políticas educativas de equidad, calidad y justicia (Aldama, 2008).

Una educación formal sistemática y planificada es posible en la escuela y es un instrumento utilizado para garantizar el desarrollo de nuestra población más joven, al facilitarles un conjunto de saberes y formas culturales que les permitan construir una identidad personal en el marco de un contexto social y cultural. Esta práctica social compleja en la concepción constructivista de la educación se concibe como un desarrollo y crecimiento personal (Barbera y cols., 2000).

### **2.2.5 La evaluación**

Uno de los aspectos importantes en el ámbito educativo es la evaluación. Desde la didáctica se pondera como una fase más, la final, de un ciclo completo de actividades didácticas razonablemente planificadas, desarrolladas y analizadas. Sirve para pensar y

planificar la práctica didáctica (Gimeno y Pérez, 2002) y como un recurso para mejorar los procesos pedagógicos.

Evaluar es designar a un "...conjunto de actuaciones previstas en el diseño curricular mediante las cuales es posible ajustar progresivamente la ayuda pedagógica a las características y necesidades de los alumnos y determinar si han cumplido o no, y hasta qué punto las intenciones educativas" (Coll, 1991:125)

En el constructivismo la evaluación debe concebirse con amplitud y emplearse para ayudar y conducir a los estudiantes a lograr mejores niveles de aprendizaje, así como para facilitarles su proceso formativo y no para sancionar, atemorizar, reprimir o desaprobar. Realizar una evaluación cualitativa y constructiva en las prácticas pedagógicas, exige al docente poner en juego su creatividad y capacidad para la selección las técnicas e instrumentos de evaluación, además de llevar a cabo las adecuaciones para cada situación de aprendizaje, considerando los contenidos curriculares, los recursos a utilizarse en el proceso de enseñanza y aprendizaje, con el objeto de recoger datos útiles y pertinentes (Morán, 2010). Es por ello, que la evaluación se concibe como un proceso de análisis, reflexión e investigación de la práctica educativa que permite al docente construir estrategias adecuadas y a los estudiantes meditar sobre sus propios aprendizajes, el tiempo empleado, lo pertinente de las acciones didácticas emprendidas para aprender y sobre esa base valorarse a sí mismos. (Moran, 2010). En este sentido, todo instrumento seleccionado para la evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje conlleva una intención, determinar los niveles de logro.

Para los estudiantes conocer los resultados del proceso que están siguiendo para aprender, les permite descubrir sus propias formas de aprender, conformar sus estrategias para mejorar sus prácticas. En este sentido la evaluación conlleva un proceso formativo, que implica hacer conciencia de lo que hace y de cómo se hace, así como de la retroalimentación oportuna, pertinente y constante (Morán, 2010).

Las diversas técnicas e instrumentos de evaluación o bien de medición, según el caso, permiten al maestro y estudiantes aproximarse a su realidad educativa, es decir, a los cambios o transformaciones favorables o desfavorables que van experimentando en la

relación pedagógica. En nuestro caso diseñamos actividades que se encuentran en el anexo 3-15, apéndice A, algunas se utilizaron para: identificar las ideas previas, otras para desarrollar el tema, y otras más para reforzar el tema, verificar la comprensión, y para integrar los conceptos estudiados. La medición cuantitativa de cada actividad se registró en uno de los formatos que se encuentran en el anexo 5, apéndice B, del presente trabajo de esta manera se llevó a cabo una evaluación formativa durante nuestra intervención didáctico-pedagógica.

Las formas, instrumentos y acciones que se utilizan para evaluar también propician aprendizajes, si la intencionalidad es formar para resolver problemas, las formas y los procedimientos para evaluar tendrán que estar relacionados con la solución de problemas; si la intencionalidad es formar para la investigación, las formas y procedimientos tendrán que llevar a los estudiantes a realizar actividades y ejercicios de investigación (Morán, 2010). En este sentido debe haber congruencia en lo que se enseña y lo que se evalúa.

Cesar Coll (1991), opina que la evaluación debe cumplir dos funciones: permitir ajustar la ayuda pedagógica a las características individuales de los estudiantes mediante aproximaciones sucesivas, y determinar el grado en que se han conseguido las metas. Por ello, es importante "...preparar materiales curriculares adecuados a los niveles de capacidad y adaptar los métodos de enseñanza a los alumnos y al contenido que habrá de aprenderse" (Ausubel y cols., 1983:518)

La objetividad de la evaluación depende básicamente de dos factores, la claridad de los criterios e indicadores cuyo contraste permite formular el juicio valorativo, la precisión y la fiabilidad de los procedimientos e instrumentos utilizados (Coll y cols., 2008)

La evaluación con fines pedagógicos y didácticos tiene lugar en tres momentos del proceso educativo: inicial, formativa y sumativa.

La evaluación inicial, conocida también como diagnóstica o predictiva, tiene lugar al inicio de la enseñanza y aprendizaje. El objetivo es obtener información sobre las necesidades educativas y de formación de los alumnos en la etapa inicial. Conocerla permitirá tomar decisiones pedagógicas para adaptar la enseñanza a las necesidades

educativas de los estudiantes y orientar a los estudiantes hacia el tipo de enseñanza que se busca fomentar.

La evaluación formativa llamada también continua o reguladora, tiene como propósito conocer la evolución del proceso de aprendizaje de los estudiantes a medida que se van realizando las actividades de enseñanza y aprendizaje en la acción didáctica. Permite conocer el avance o problemas que surjan en el proceso educativo y es útil porque auxilia al profesor a tomar decisiones ya sea para reorientar su actividad docente o para ayudar a los estudiantes a mejorar su actividad de aprendizaje. Con esta evaluación los alumnos aprenden a regular sus procesos de aprendizaje. La evaluación formativa tiene un sentido esencialmente constructivo y propositivo, en la que todos los involucrados tienen la oportunidad de participar y en consecuencia, mejorar su actuación (Morán, 2010)

Por último, la evaluación sumativa, también llamada final, es la que se plantea al término de una actividad o de un conjunto de actividades de enseñanza y aprendizaje. Consiste en una “valoración del producto” o del “desempeño”. Se asigna un número o una nota a lo que se está midiendo, que servirá para un proceso de toma de decisión por ejemplo, la calificación de un alumno le puede otorgar incentivos y en el caso de un profesor puede garantizar la renovación de su contrato. Es según Morán (2010) una evaluación orientada a la rendición de cuentas.

Coincidimos con Ausubel y cols (1983), en que la medición y la evaluación proporcionan al profesor la retroalimentación necesaria sobre la eficacia de su labor educativa, le indican la efectividad de su presentación y organización del material, la claridad con que expone sus ideas, o bien le da a conocer a aquellos estudiantes más o menos avanzados pero particularmente la eficacia de sus técnicas y materiales de enseñanza-aprendizaje. La retroalimentación procedente de los exámenes señala las áreas que requieren de más explicación aclaración o revisión.

La evaluación educativa puede servir para muchos propósitos. Lo importante es utilizarla con un sentido formativo, como un modo de comprender primero, para mejorar después.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

El capítulo expone la metodología empleada en esta investigación, su diseño de acuerdo a los objetivos planteados, se describe el contexto en el que se llevó a cabo, así como los instrumentos utilizados para la obtención de la información y se detallan las pruebas estadísticas.

Como se describió en el primer capítulo, el tema de metabolismo, al igual que otros que se revisan en los programas de Biología del Colegio de Ciencias y Humanidades, como la fotosíntesis, respiración o síntesis de proteínas, son temas que por el grado de abstracción que demandan no se logran los aprendizajes propuestos en los programas de estudio de Biología (Robles, 2005). Por ello, los profesores intentan ayudar a los estudiantes a comprender las explicaciones científicas de los fenómenos y en esta tarea buscan métodos de enseñanza no solo para conocer lo que los estudiantes ya saben sobre el tema, sino también buscar las estrategias didácticas adecuadas para favorecer el aprendizaje.

De acuerdo a la problemática encontrada se planteó apoyar al estudiante del CCH Naucalpan con una propuesta constructivista para la Unidad I de Biología III y así favorecer el proceso enseñanza-aprendizaje, particularmente en el tema de metabolismo.

#### **3.1 Objetivos**

##### **3.1.1 Objetivo general**

Diseñar, implementar y valorar estrategias de enseñanza constructivistas, en el aprendizaje del tema Metabolismo, contemplado en la primera unidad del programa de Biología III del Colegio de Ciencias y Humanidades.

### **3.1.2 Objetivos particulares**

- a) Valorar los efectos de las estrategias de enseñanza constructivistas, en los aprendizajes de contenidos declarativos sobre el metabolismo, en los estudiantes del quinto semestre del CCH Naucalpan.
- b) Valorar las diferencias en el aprendizaje del tema metabolismo antes y después de la intervención en cada género.
- c) Valorar los efectos de las estrategias de enseñanza constructivistas, en la motivación por el aprendizaje del tema metabolismo en estudiantes de quinto semestre del CCH.

### **3.2 Diseño cuasiexperimental de la investigación A-B-A**

El trabajo se considera una investigación de campo empírica por llevarse a cabo en una situación real, donde se interactuó con los estudiantes del CCH en su ambiente natural y cuyos resultados obedecieron a las características propias y exclusivas de la población estudiada. Al mismo tiempo, se logró "...describir... una situación,...en una circunstancia temporo-espacial determinada" (Ander-Egg, 1974:40) por lo que también fue un estudio descriptivo.

Asimismo, se considera un estudio de tipo exploratorio, porque se investigó un hecho no estudiado en el CCH Naucalpan de manera sistemática y con resultados registrados sobre la enseñanza del metabolismo con estrategias constructivistas; en tal sentido se espera que sea un primer acercamiento a futuras investigaciones.

Por las condiciones de nuestro estudio se eligió un diseño cuasi-experimental, con un esquema A-B-A (pre-evaluación-intervención-post-evaluación), con dos grupos intactos, el control y el experimental. Este tipo de diseño se elige cuando al trabajar en un escenario real no se pueden controlar una serie de variables, principalmente las que son propias de los sujetos como sus actitudes, personalidad, inteligencia, hábitos de estudio, entre otros; además los grupos no se asignan al azar, en este caso se trabaja

con grupos que ya están constituidos. Sin embargo, en nuestro estudio cuidamos que ambos grupos fueran equivalentes en algunos aspectos, que los estudiantes acudieran a tomar clases en el turno vespertino y cursaran la asignatura de Biología III, el mismo día y a la misma hora.

### **3.2.1 Contexto de la aplicación**

La investigación se realizó en el Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Naucalpan, ubicado en Avenida Río de los Remedios No. 10, Los Remedios, Naucalpan de Juárez, Estado de México, C.P. 53400.

El colegio se encuentra localizado en una zona industrial y comercial a juzgar por el número de fábricas y comercios a su alrededor, y entre dos zonas claramente diferenciadas por su poder adquisitivo, la zona marginada del Capulín, Campamento y el Molinito, por un lado, que contrasta con las colonias de Satélite, Las Américas y Lomas Verdes.

La población estudiantil con la que se trabajó proviene de lugares como Atizapán, Valle Dorado, Tlalnepantla, Huehuetoca, Tultitlán, Cuahutitlán, Naucalpan y Distrito Federal.

El CCH cuenta con una biblioteca, un SILADIN (Sistema de Laboratorios de Innovación), una estación meteorológica, salones, aulas-laboratorios, sala de maestros, un centro de cómputo, un centro de orientación educativa, canchas de fútbol, básquetbol, una mesa para jugar pin-pong y dos auditorios.

El sitio donde tuvo lugar la intervención pedagógica fue en el aula laboratorio equipada con seis mesas y cuatro bancos, dos lavabos y una repisa pegada a la pared destinada para montar equipos de laboratorio que requieran de cierto cuidado. Las aulas-laboratorio cuentan con un pizarrón y dispositivos necesarios para exponer una clase con diapositivas, acetatos, una televisión y la colaboración de un laboratorista.

### 3.2.2 Poblaciones de estudio: grupo control y grupo experimental

Se trabajó con dos grupos de quinto semestre del turno vespertino que cursaban la materia de Biología III. Los días martes y jueves de 18:00 a 20:00 horas.

Uno de ellos se denominó grupo control, pues no recibió tratamiento (intervención pedagógica con la estrategia constructivista) y el grupo experimental que fue sometido al efecto de nuestra propuesta (Moreno y cols., 2005).

**Grupo control:** se eligió al grupo 776 como grupo de comparación con el grupo experimental. Fue un grupo intacto integrado por 20 estudiantes, de los cuales 10 eran varones y 10 mujeres; de edades entre los 16 y 22 años. Provenían de lugares como: Atizapán de Zaragoza, Naucalpan, San Rafael Chamapa, Los Reyes Coyotepec, Ecatepec, San Miguel, San Pedro Barrientos, San Nicolás Romero, San Martín y San Lorenzo Totolinga, y Distrito Federal. La mayoría de los estudiantes se dedicaban únicamente a estudiar pues recibían el apoyo de ambos progenitores.

Su profesor titular abordó el tema de metabolismo utilizando algunas estrategias propuestas por el Programa de Biología III, Unidad I, para la enseñanza y aprendizaje del mismo, dándole mayor énfasis a las estrategias experimentales, entrega de reportes, la solución de cuestionarios y su discusión.

**Grupo experimental:** se eligió al grupo 594 como experimental, al igual que el grupo control era un grupo ya conformado por el departamento de servicios estudiantiles del CCH, es decir, era un grupo intacto. Estuvo integrado por 19 estudiantes, 8 varones y 11 mujeres. Sus edades oscilaban entre los 16 y 22 años. Procedían de lugares como Atizapán de Zaragoza, Tlalnepantla, Huehuetoca, Tultitlán, Cuahutitlán, Naucalpan y Distrito Federal; al igual que el grupo control la mayoría se dedicaba a estudiar de tiempo completo y recibía apoyo de ambos padres.

Para el estudio del metabolismo se utilizaron estrategias didácticas propuestas en el programa de estudios de Biología III y otras más que pretendieron satisfacer los gustos y necesidades pedagógicas de los estudiantes de las que ya hemos hecho referencia anteriormente (Cap.2) .

### **3.3 Instrumentos para la recopilación de datos**

Todos los instrumentos que se utilizaron en la investigación fueron diseñados con base en las necesidades de la misma. La función de éstos fue recabar datos, o como explica Gutiérrez (2006, a) obtener información "...pertinente acerca de los desempeños, avances, errores,... habilidades, actitudes, aptitudes y conocimientos, de los estudiantes en relación con lo que se espera lograr" (p. 39). En la búsqueda de esta información se diseñaron y aplicaron los siguientes:

- Cuestionario sociodemográfico.
- Cuestionario de conocimientos declarativos sobre metabolismo ( CCDM, utilizado en la pre-evaluación y en la post-evaluación)
- Lista de cotejo sobre la actuación del profesor (Guía de evaluación continua)
- Cuestionario de opinión de los estudiantes sobre la estrategia constructivista

#### **3.3.1 Cuestionario sociodemográfico**

Se diseñó este cuestionario con la finalidad de caracterizar a la población con la que se trabajó. Para ello, se elaboraron 20 preguntas abiertas clasificadas de la siguiente forma:

- Datos personales del alumno: Nombre, sexo, edad, fecha de nacimiento, nacionalidad, domicilio, ocupación de padres
- Datos académicos: Información sobre las materias a cursar, materias reprobadas, promedio actual, profesión a estudiar en el futuro, gustos y habilidades para la Biología
- Pasatiempos: Actividades que realiza el estudiante por diversión
- Metas académicas: Información del estudiante sobre sus expectativas sobre el curso.

El instrumento se aplicó al inicio del quinto semestre, periodo 2007-1, en ambos grupos (experimental y control). Véase el instrumento en el anexo 1, apéndice B.

### 3.3.2 Cuestionario de Conocimientos Declarativos sobre Metabolismo: CCDM

El cuestionario se elaboró con la intención de valorar los conocimientos de tipo declarativo sobre el tema de metabolismo, en el grupo experimental y grupo control en dos fases: a). Como pre-evaluación para conocer los conocimientos previos en relación al tema y b). Como post-evaluación para valorar los aprendizajes alcanzados por los estudiantes después de la intervención pedagógica. Se diseñaron 22 reactivos:

- 17 reactivos de opción múltiple y 5 reactivos de falso y verdadero.

Para elaborar los reactivos se revisó el programa de estudios de Biología III, Unidad I, del que se seleccionaron los siguientes conceptos por la relación con los temas y subtemas de esta unidad:

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 1. Célula                       | 11. Proteínas                                     |
| 2. Biodiversidad                | 12. Enzimas                                       |
| 3. Diversidad                   | 13. Función de las enzimas                        |
| 4. Energía                      | 14. Metabolismo                                   |
| 5. Formula química              | 15. Rutas metabólicas                             |
| 6. Energía de activación        | 16. Autótrofos                                    |
| 7. Reacciones exergónicas       | 17. Quimiótrofos                                  |
| 8. Reacciones endergónicas      | 18. Respiración                                   |
| 9. Leyes de la termodinámica    | 19. Glucólisis                                    |
| 10. ATP, NAD <sup>+</sup> , FAD | 20. Fotosíntesis                                  |
|                                 | 21. DNA (replicación, transcripción y traducción) |

El cuestionario fue de gran importancia en esta investigación, pues permitió evaluar el aprendizaje de los contenidos, arriba mencionados, antes y después de la intervención didáctica, tanto en el grupo control como experimental (véase el instrumento en el anexo 2, apéndice B).

### **3.3.3 Lista de cotejo de la actuación docente (Guía de evaluación continua)**

Se diseñó un instrumento con la intención de valorar la actuación de la profesora en cada una de las sesiones en el grupo experimental, con el objeto de retroalimentar y reorientar, si fuera necesario, su intervención pedagógica frente al grupo.

Se elaboraron 19 reactivos entre ellos:

- a) Datos de la profesora.
- b) Datos de la sesión: Grupo, fecha, sesión, tema y objetivo.
- c) Acciones realizadas al inicio de clase.
- d) Acciones realizadas durante el desarrollo de la clase.
- e) Acciones realizadas al final de la clase.
- f) Actitudes, habilidades y valores fomentados en clase.
- g) Sugerencias.

El formato se estructuró a partir de una lista de conductas que sirviera sólo para cotejar con una “X” en el cuadro de Si ó No, la presencia o ausencia de la acción o conducta de la profesora durante la intervención didáctica.

Para su aplicación se dispuso de la participación del profesor titular del grupo experimental (sólo aquí se empleó) quien con su amplia experiencia y observación directa de la intervención didáctica, cotejó las tareas realizadas por la profesora y registró los comentarios pertinentes. Actividad que reorientó y reforzó el trabajo de la profesora (véase el instrumento en el anexo 3, apéndice B).

### **3.3.4 Cuestionario de opinión de los estudiantes sobre las estrategias de enseñanza**

Este instrumento se diseñó para recabar información sobre la opinión de los estudiantes del grupo experimental en relación a las estrategias de enseñanza constructivistas utilizadas en cada una de las sesiones (véase anexo 4, apéndice B).

Su finalidad fue conocer si las estrategias que se aplicaron auxiliaron y motivaron a los estudiantes en el estudio del tema metabolismo. Incluyó lo siguiente:

- Los reactivos 1, 2, y 5, recogieron la opinión de los estudiantes sobre la motivación que despertaron en ellos las actividades realizadas en clase.
- El reactivo 3 obtuvo información sobre el aprendizaje alcanzado
- Los reactivos 4, 6, y 7, recogieron su opinión en relación a las estrategias de enseñanza.
- El reactivo 5, preguntó a los estudiantes sobre la relación del tema con su vida cotidiana.
- El reactivo 8 los interrogó sobre la forma de evaluación realizada.

El cuestionario se aplicó a los estudiantes momentos antes de finalizar las sesiones de trabajo, para ello se brindó la confianza y se aclaró que sus opiniones eran muy importantes para el desarrollo de las futuras sesiones.

### **3.3.5 Instrumentos de evaluación de las actividades y de control de la asistencia**

Se utilizaron dos instrumentos muy socorridos en la labor docente: un formato para el registro de actividades y evaluaciones y otro para el registro de asistencia de los estudiantes (ver instrumentos en los anexos 5 y 6 del apéndice B). El objetivo del primer instrumento fue registrar las calificaciones de cada una de las actividades realizadas durante la intervención pedagógica para llevar un registro de la evaluación formativa de

cada estudiante y el segundo instrumento sirvió para llevar un registro sistemático de la presencia de los estudiantes en cada sesión.

En cuanto a su estructura, las dos listas contaron con un cuadriculado, las columnas de izquierda a derecha se registró lo siguiente: primera columna: el número progresivo de cada estudiante; segunda columna: el nombre de los estudiantes en orden alfabético, y a partir de la tercera columna: en la parte superior se fueron describiendo las fechas de asistencia en cada una de las sesiones, o bien, la actividad a evaluar. En el cuerpo del formato se asentaron las asistencias o evaluaciones correspondientes a cada estudiante y a cada actividad.

Los productos elaborados por los estudiantes fueron evaluados en una escala de 1 a 10 puntos. Los criterios se especificaron de forma previa en las instrucciones de cada tarea, ejercicio u hoja didáctica. Las listas de control se utilizaron durante las 17 sesiones de trabajo con el grupo experimental.

### **3.4 Fases de la investigación cuasiexperimental: A-B-A**

Como se mencionó, la investigación se realizó a partir de un diseño cuasiexperimental con un esquema A-B-A. La primera fase A, se aplicó una pre-evaluación, la fase B consistió en la intervención pedagógica, y la segunda fase A, se aplicó una post-evaluación; mismas que a continuación se describen:

#### **3.4.1 Fase A: Pre-evaluación**

En esta fase se aplicó el Cuestionario de conocimientos declarativos sobre metabolismo, tanto al grupo control como experimental, con la intención de realizar una medición diagnóstica sobre los conocimientos previos de tipo declarativo con los que contaron los estudiantes de ambos grupos al inicio de la intervención didáctica. Este

instrumento y el cuestionario sociodemográfico, se aplicaron en la primera sesión de clase.

Algunos autores como Moreno y cols., (2005) denominan a este instrumento como pre-evaluación ya que sirve para "...establecer un nivel de comparación entre los datos obtenidos antes de la aplicación de la variable independiente o tratamiento...se aplica de forma simultánea al grupo de sujetos participantes en el estudio, cuyas puntuaciones son transformadas en promedios" (p.28)

### **3.4.2 Fase B: Intervención**

En esta etapa se aplicó la estrategia didáctica con enfoque constructivista a partir de la segunda sesión de las 17 que duró la intervención didáctica.

La estrategia consistió en un conjunto de técnicas didácticas y actividades distribuidas en tres momentos (inicio, desarrollo y cierre). Recordemos que una estrategia didáctica es considerada como la secuencia de actividades que el docente decide y ordena para facilitar el aprendizaje de los estudiantes, además de proveer de motivación, información y orientación. (De Pablos, 1988).

Las estrategias de enseñanza son procedimientos o recursos utilizados por el profesor durante la enseñanza para promover aprendizajes significativos. Díaz Barriga y Hernández (2002) señalan tres tipos de estrategias de enseñanza que se desarrollan en la sesión de clase: las de inicio que preparan al estudiante con lo que va a aprender; las de desarrollo que apoyan los contenidos, mantienen la atención y motivación y las de cierre que permite al estudiante tener una visión sintética e integradora del tema.

En la Tabla 2, se presenta de forma condensada el planeación didáctica diseñada para esta fase. Enfatizamos que "Planificar las actividades implica establecer un esquema de acción concreto y útil para alcanzar una meta, establecer objetivos a corto plazo y actividades que respondan a esos objetivos" (Sánchez, 2007:14). En el anexo 2, apéndice A, se encuentra la planeación detallada y en los anexos del 3 al 15, apéndice

A, se localizan las actividades propuestas en la estrategia con un enfoque constructivista para la enseñanza-aprendizaje del tema metabolismo.

Tabla 2. Resumen de la planeación pedagógica desarrollado en la fase de intervención

Tema de la sesión	Propósito	Actividad
<p><b>SESIÓN 1</b> Presentación del curso</p> <p>Las actividades de la sesión se encuentran en el anexo 3, apéndice A.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer los integrantes del grupo, presentar las normas de trabajo y llegar a acuerdos.</li> <li>• Resolver los instrumentos de la investigación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dinámica de presentación.</li> <li>➤ Presentación de la temática de la unidad de estudio.</li> <li>➤ Inicia FASE A o PRE EVALUACIÓN. Aplicación a los estudiantes del grupo experimental y control del "Cuestionario de conocimientos declarativos sobre el tema: Metabolismo (ver anexo 2, apéndice B)</li> <li>➤ Aplicación cuestionario SOCIODEMOGRÁFICO (ver anexo 1, apéndice B)</li> </ul>
<p><b>SESIÓN 2</b> Introducción al tema de Metabolismo y Diversidad Metabólica</p> <p>Las actividades de la sesión se encuentran en el anexo 4, apéndice A)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer e identificar la evolución metabólica de los organismos al conocer su ambiente y la estrategia seleccionada que permitió a las poblaciones adaptarse y sobrevivir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Inicia FASE B ó FASE DE INTERVENCIÓN</li> <li>➤ Se detectan los conocimientos previos de tipo declarativos de los estudiantes mediante la elaboración de un glosario (ver anexo 4, apéndice A)</li> <li>➤ Con la ayuda de la lectura "¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?" (ver anexo 4, apéndice A) Los estudiantes deberán elaborar un: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Un mapa conceptual</li> <li>➤ Una línea del tiempo (ver anexo 4, apéndice A)</li> <li>➤ Como cierre de la actividad los equipos expondrán sus trabajos y se discutirá de manera grupal el trabajo.</li> </ul> </li> <li>➤ Responder el cuestionario de opinión sobre la estrategia didáctica (ver formato en el anexo 4, apéndice B)</li> <li>➤ Se evalúa a la profesora con la lista de cotejo de la actuación docente (ver instrumento en el anexo 3, apéndice B).</li> </ul>
<p><b>SESIÓN 3</b> Concepto de metabolismo y diversidad metabólica</p> <p>Las actividades de esta sesión se encuentran en el anexo 5, apéndice A.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar y comentar el paquete de actividades de la clase anterior</li> <li>• Conocer el concepto de metabolismo y su importancia en los sistemas vivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Revisión del Glosario de la sesión anterior</li> <li>➤ Exposición por parte de la profesora sobre el tema concepto e importancia del metabolismo con una presentación PPT (ver anexo 5, apéndice A).</li> <li>➤ Elaboración de un mapa conceptual de forma individual. (ver formato en el anexo 5, apéndice A)</li> <li>➤ Para el cierre del tema elaborar un mapa conceptual grupal con la participación del alumnado.</li> <li>➤ Responder el cuestionario de opinión sobre la estrategia didáctica (ver formato en el anexo 4, apéndice B)</li> <li>➤ Se evalúa a la profesora con la lista de cotejo de la actuación docente (ver instrumento en el anexo 3, apéndice B).</li> </ul>
<p><b>SESIÓN 4</b> <b>ENERGÍA</b> Energía cinética Energía potencial Reacciones exergónicas Reacciones endergónicas Primera y segunda ley de la Termodinámica</p> <p>Las actividades de esta sesión se encuentran en el anexo 6, apéndice A)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que el alumno identifique la importancia de la energía en los sistemas vivos, su participación en las reacciones endergónicas y exergónicas y su relación con la primera y segunda ley de la termodinámica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Identificar ideas previas con el instrumento ¿Qué tanto sabes sobre el tema de energía?</li> <li>➤ Ejercicio experimental demostrativo</li> <li>➤ Resolver un cuestionario con base en el experimento demostrativo.</li> <li>➤ Proporcionar la lectura ¿Qué es la energía? Y elaborar un mapa conceptual con los conceptos de la hoja didáctica denominada "Construye un mapa conceptual" (anexo 6, apéndice A)</li> <li>➤ Exposición por parte de la profesora sobre el tema a través de un mapa conceptual y queda de tarea un resumen sobre el tema.</li> <li>➤ Responder el cuestionario de opinión sobre la estrategia didáctica (ver formato en el anexo 4, apéndice B)</li> <li>➤ Se evalúa a la profesora con la lista de cotejo de la actuación docente (ver instrumento en el anexo 3, apéndice B).</li> </ul>

<p>SESIÓN 5</p> <p>Las enzimas</p> <p>Las actividades de la sesión se encuentran en el anexo 7, apéndice A.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qué el alumno conozca e identifique a las enzimas, sus características, su función, los tipos y su importancia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Explorar conocimientos previos sobre el tema con la hoja didáctica "Enzimas, conocimientos previos" (anexo 7, apéndice A).</li> <li>➤ La profesora expone con una presentación PPT, el tema.</li> <li>➤ Traer el trabajo de investigación sobre enzimas a la clase y con ella elaborar, un mapa conceptual en equipo.</li> <li>➤ Exponer el trabajo y entregar el producto.</li> <li>➤ Responder el cuestionario de opinión sobre la estrategia didáctica (ver formato en el anexo 4, apéndice B)</li> <li>➤ Se evalúa a la profesora con la lista de cotejo de la actuación docente (ver instrumento en el anexo 3, apéndice B).</li> </ul>
<p>SESIÓN 6</p> <p>Las enzimas</p> <p>Las actividades de la sesión se encuentran en el anexo 8, apéndice A.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El alumno explicará a través de un ejercicio experimental la función de las enzimas que contiene la piña.</li> <li>• El alumno desarrollará habilidades de búsqueda, análisis e interpretación de información con la entrega del informe del ejercicio experimental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Solicitar con anticipación material orgánico necesario para el ejercicio de laboratorio.</li> <li>➤ Solicitar batas.</li> <li>➤ Hacer la reservación previa del material de laboratorio que se va a utilizar en el ejercicio experimental, se aclaran dudas por parte del profesor y se hacen las recomendaciones pertinentes para evitar accidentes.</li> <li>➤ Como ejercicio a casa los estudiantes elaborarán por equipo el reporte de la práctica.</li> <li>➤ Resuelven la hoja didáctica "Actividad de una enzima" del anexo 8, apéndice A.</li> <li>➤ Responder el cuestionario de opinión sobre la estrategia didáctica (ver formato en el anexo 4, apéndice B)</li> <li>➤ Se evalúa a la profesora con la lista de cotejo de la actuación docente (ver instrumento en el anexo 3, apéndice B).</li> </ul>
<p>SESIÓN 7</p> <p>Rutas metabólicas Respiración celular</p> <p>Las actividades de esta sesión se encuentran en el anexo 9, apéndice A.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer qué es una ruta metabólica</li> <li>• Identificar los tipos de rutas metabólicas</li> <li>• Identificar a la glucólisis como una ruta ramificada</li> <li>• Conocer la ruta general de la respiración celular y la glucólisis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Los estudiantes resuelven la hoja didáctica "La respiración celular y el intercambio gaseoso".</li> <li>➤ Los estudiantes resuelven la actividad "Rompecabezas de las reacciones que conforman a la glucólisis" y " Ama el esquema de la glucólisis"</li> <li>➤ La profesora expone el tema de la glucólisis. .</li> <li>➤ Al finalizar los estudiantes corrigen las respuestas de la hoja didáctica "Rutas metabólicas", el rompecabezas y el armado de las reacciones de la glucólisis.</li> <li>➤ Y se discute un mapa conceptual de integración de conceptos presentado por la profesora.</li> <li>➤ Los estudiantes resuelven cuestionario de opinión sobre la estrategia didáctica (ver formato en el anexo 4, apéndice B)</li> <li>➤ Se evalúa a la profesora con la lista de cotejo de la actuación docente (ver instrumento en el anexo 3, apéndice B).</li> </ul>
<p>SESIÓN 8</p> <p>Glucólisis y ciclo de Krebs</p> <p>Las actividades de esta sesión se encuentran en el anexo 10, apéndice A.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El estudiante conocerá el proceso del Ciclo de Krebs.</li> <li>• Describirá el proceso del ciclo de Krebs con la ayuda de esquemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Los estudiantes resuelven la hoja didáctica titulada "Ejercicio previo del tema ciclo de Krebs</li> <li>➤ Exposición de la profesora sobre el tema de Ciclo de Krebs.</li> <li>➤ Los estudiantes realizan un resumen o un mapa conceptual sobre el tema de Ciclo de Krebs.</li> <li>➤ Los estudiantes resuelven la hoja didáctica "Ejercicio 2 de evaluación del tema ciclo de Krebs"</li> <li>➤ Por último resuelven el Cuestionario de opinión sobre la estrategia didáctica Responder el cuestionario de opinión sobre la estrategia didáctica (ver formato en el anexo 4, apéndice B)</li> <li>➤ Se evalúa a la profesora con la lista de cotejo de la actuación docente (ver instrumento en el anexo 3, apéndice B).</li> </ul>

<p><b>SESIÓN 9</b></p> <p>Ciclo de Krebs y Quimiósmosis</p> <p>Las actividades de esta sesión se encuentran en el anexo 11, apéndice A.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir el proceso del ciclo de Krebs</li> <li>• Conocer el proceso de la quimiósmosis.</li> <li>• 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.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Se proporciona a los estudiantes la lectura titulada "Quimiósmosis en la mitocondria" (ver anexo 11, apéndice A)</li> <li>➤ Se expone el tema de Quimiósmosis con una presentación PPT.</li> <li>➤ Los estudiantes resuelven la actividad "Resumen de la respiración celular"</li> <li>➤ Responder el cuestionario de opinión sobre la estrategia didáctica (ver formato en el anexo 4, apéndice B)</li> </ul>
<p><b>SESIÓN 10</b></p> <p>Características de los organismos quimiótrofos, autótrofos, heterótrofos.</p> <p>Las actividades de esta sesión se encuentran en el anexo 12, apéndice A).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer e identificar Ubicar las características de los organismos con base en su metabolismo: quimiótrofos, autótrofos y heterótrofos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Identificar las ideas previas de los estudiantes sobre quimioautótrofo, autótrofo y heterótrofo a través de la hoja didáctica "Qué entiendes por los siguientes conceptos" Quimioautótrofo , Fotoautótrofo y Heterótrofo</li> <li>➤ Lectura de comprensión sobre la diversidad metabólica de los organismos</li> <li>➤ En equipo los estudiantes contestarán pregunta por pregunta un Rally</li> <li>➤ Los estudiantes resuelven la segunda parte de la hoja didáctica titulada "Qué entiendes por los siguientes conceptos" Quimioautótrofo , Fotoautótrofo y Heterótrofo</li> <li>➤ Los estudiantes construyen un mapa conceptual del tema.</li> <li>➤ Los estudiantes participan en un segundo rally sobre el tema de metabolismo.</li> <li>➤ Se resuelve el cuestionario de opinión sobre la estrategia didáctica (ver formato en el anexo 4, apéndice B)</li> <li>➤ Se evalúa a la profesora con la lista de cotejo de la actuación docente (ver instrumento en el anexo 3, apéndice B).</li> </ul>
<p><b>SESIÓN 11 y 12</b></p> <p>Fotosíntesis: Fase oscura y Fase luminosa</p> <p>Las actividades de esta sesión se encuentran en el anexo 13, apéndice A.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer la fotosíntesis, la fase oscura y luminosa y su importancia para los sistemas fotosintéticos</li> <li>• Los estudiantes interpretarán una serie de dibujos y esquemas relacionados con el tema de fotosíntesis.</li> <li>• El estudiante:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La profesora da una breve explicación de cómo se construyen los mapas mentales.</li> <li>➤ Con base en la explicación anterior se pide a los estudiantes elaboren por equipo en un pliego de papel bond un mapa mental que responda a la pregunta ¿Cómo se lleva a cabo el proceso de la fotosíntesis?</li> <li>➤ Los estudiantes interpretarán por equipo una serie de esquemas donde se abordan los conceptos de: espectro luminoso, cloroplasto, tilacoides, pigmentos, glucosa, oxígeno, dióxido de carbono.</li> <li>➤ Exposición de la profesora del tema fotosíntesis fase luminosa y fase oscura con el disco interactivo de respiración celular.</li> <li>➤ Exposición de los estudiantes utilizando el material de los esquemas.(ver anexo 13, apéndice A)</li> <li>➤ Diseñar un juego didáctico de los temas vistos hasta el momento por equipos.</li> <li>➤ Por último resuelven el cuestionario de opinión sobre la estrategia didáctica (ver anexo 4, apéndice B).</li> </ul>
<p><b>SESIÓN 13</b></p> <p>DIVERSIDAD DE LOS SISTEMAS VIVOS Y METABOLISMO</p> <p>Las actividades de esta sesión se encuentran en el anexo 13, apéndice A.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Catabolismo: fermentación y respiración celular</li> <li>• Anabolismo:</li> <li>• Fotosíntesis y síntesis de proteínas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Se proyecta a los estudiantes un video sobre la función de la membrana y también se proyecta un material interactivo que fue diseñado por el MADEMS Juan Carlos Pérez Vertti Rojas, para el tema de respiración celular y fotosíntesis.</li> <li>➤ Los estudiantes resuelven las preguntas del disco interactivo y se realiza un resumen del tema en la hoja didáctica "Elaboración de un resumen del tema" fotosíntesis fase luminosa y fase oscura (ver anexo 13, apéndice A)</li> <li>➤ Los estudiantes ponen en práctica un juego didáctico donde aborden conceptos como: metabolismo, catabolismo, anabolismo, rutas metabólicas, fotosíntesis, Leyes de la termodinámica, enzimas.</li> <li>➤ Por último resuelven el Cuestionario de opinión sobre la estrategia didáctica (ver anexo 4, apéndice B).</li> </ul>

<p>SESIÓN 14</p> <p>TEMA II</p> <p>DIVERSIDAD DE LOS SISTEMAS VIVOS Y METABOLISMO</p> <p>Las actividades de la sesión se encuentran en el anexo 14, apéndice A.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las proteínas.</li> <li>• Extracción de ADN de algunas células eucariotas: animales y vegetales para confirmar su estructura fibrilar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Los estudiantes resuelven el ejercicio titulado: "Una práctica de campo significativa"</li> <li>➤ Los estudiantes leen con atención el ejercicio experimental y se aclaran dudas y se realiza.</li> <li>➤ Práctica de laboratorio "Extracción de ADN de Células eucariotas vegetal y animal"</li> <li>➤ Los alumnos resuelven la hoja didáctica titulada "Síntesis de proteínas"</li> <li>➤ Se resuelve el Cuestionario de opinión sobre la estrategia didáctica (ver anexo 4, apéndice B).</li> </ul>
<p>SESIÓN 15</p> <p>TEMA II</p> <p>DIVERSIDAD DE LOS SISTEMAS VIVOS Y METABOLISMO</p> <p>Las actividades de la sesión se encuentran en el anexo 15, apéndice A.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesos anabólicos (fotosíntesis) y catabólicos (respiración celular)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Los estudiantes leen el ejercicio de la práctica y se aclaran dudas.</li> <li>➤ Los estudiantes solicitan material de laboratorio.</li> <li>➤ Desarrollo de la práctica tipo examen.</li> <li>➤ Discusión por equipo del ejercicio experimental.</li> <li>➤ Los estudiantes preparan su reporte de la práctica y entrega del trabajo escrito.</li> <li>➤ Solicitar el material para la práctica de laboratorio extracción del DNA.</li> <li>➤ Responder el cuestionario de opinión sobre la estrategia didáctica (ver formato en el anexo 4, apéndice B)</li> </ul>
<p>SESIÓN 16</p> <p>TEMA II</p> <p>DIVERSIDAD DE LOS SISTEMAS VIVOS Y METABOLISMO</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar a los estudiantes con un ejercicio experimental.</li> <li>• El alumno identificará si las plantas respiran a través de una solución indicadora y una planta acuática.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Los estudiantes presentan a manera de exposición las conclusiones del ejercicio experimental de la sesión anterior</li> <li>➤ Entrega del Trabajo escrito</li> <li>➤ Responder el cuestionario de opinión sobre la estrategia didáctica (ver formato en el anexo 4, apéndice B)</li> </ul>
<p>SESIÓN 17</p> <p>Fin de la intervención pedagógica</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolver el Cuestionario de Conocimientos Declarativos sobre el Metabolismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ FASE A: POST EVALUACIÓN. Fin de la intervención pedagógica</li> <li>➤ La actividad a realizar es evaluar al grupo control y experimental con el Cuestionario de conocimientos declarativos sobre el metabolismo. (ver formato en el anexo 2, apéndice B)</li> </ul>

### 3.4.2.1 Técnicas didácticas

Las técnicas didácticas se conciben como herramientas que el docente utiliza para poner en contacto a los estudiantes con los contenidos. Se presentan como una secuencia de acciones estructuradas e integradas con las que se desarrolla la enseñanza. Su uso se lleva a cabo dependiendo del tipo de contenido, de los objetivos, del grupo, del tiempo disponible para el proceso enseñanza-aprendizaje y del entorno. García y cols., (2005) señalan que la técnica la integran un conjunto de estrategias que permiten hacer un trabajo de manera más rápida y eficaz.

### **3.4.2.1.1 Técnicas didácticas de inicio**

La activación de conocimientos previos a partir de actividades como lluvia de ideas, cuestionarios, preguntas directas entre otras se pretendió conocer los conocimientos con que parten los estudiantes en el estudio de los temas o conceptos, éstos fueron utilizados para generar nuevos conocimientos.

Enunciación de los objetivos: su finalidad era dar a conocer a los estudiantes lo que se esperaba de la clase, lo que debían alcanzar y con ello darle sentido a los contenidos por aprender. Díaz Barriga (2002) menciona que los objetivos son enunciados que establecen las condiciones, el tipo de actividades y la forma de cómo se evaluará el aprendizaje del estudiante. Para Gutiérrez (2006) plantear específicamente lo que se quiere lograr en relación a los contenidos y en torno a determinadas actividades y la forma de su realización, es darle forma al trabajo docente y centrar los esfuerzos en el logro de la enseñanza aprendizaje.

Integración de un glosario: consistió en elaborar previamente una lista de términos relacionados con el tema de metabolismo; su finalidad era familiarizar a los estudiantes con el tema nuevo y construir un código de comunicación para favorecer el proceso enseñanza-aprendizaje (ver anexo 4, apéndice A)

Imágenes: son una representación visual de conceptos, hechos y fenómenos que facilitaron a los estudiantes su comprensión, y al profesor su ejemplificación. En este sentido, Viniegra y González (2004) proponen usar los apoyos visuales usando programas como Power Point, que permite visualizar imágenes con apariencia tridimensional y movimiento, así se dispone de imágenes como las enzimas y su sitio activo para que el estudiante entienda la importancia de la especificidad enzimática en muchas de las reacciones del metabolismo.

### 3.4.2.1.2 Técnicas didácticas de desarrollo

Organizadores previos: se elaboraron con anticipación a la sesión de trabajo. Entre las que se diseñaron están las redes semánticas, los mapas conceptuales, cuadros sinópticos o esquemas con información de tipo introductoria o contextual, ya fuera con una visión global o sintética de cada tema. Su función consistió en tender un puente cognitivo entre el nuevo material a aprender, con las ideas previas de los estudiantes, es decir, entre "...lo que el aprendiz *ya conoce* y lo que *necesita* conocer para aprender el material de aprendizaje de manera más rápida" (Ausubel y cols., 1983).

Exposición oral: esta técnica requirió una preparación previa del tema, se consideró la organización del material de trabajo, la población a la que se dirigía. Su finalidad fue tender un puente entre los estudiantes y los contenidos, al presentarse de forma congruente. Ausubel y cols., (1983) comentan que la exposición verbal correcta y organizada es la forma más eficiente de enseñar y facilitar el aprendizaje de contenidos amplios y complejos; de ahí que la planificación y la práctica de la enseñanza deban preocuparse por la presentación de la información para que los estudiantes puedan construir significados y que sean retenidos como cuerpos organizados de conocimientos.

Martín y Solé (2008) opinan que una exposición oral requiere animar a los estudiantes, a tomar una postura crítica ante el aprendizaje, alentarles a analizar los postulados en que se basan los conocimientos y a la búsqueda de datos; la interrogación por parte del profesor contribuye a la comprensión de los conceptos.

Preguntas intercaladas: éstas se plantearon a los estudiantes durante el uso o exposición del material o situación de enseñanza. El objetivo fue mantener la atención del estudiante; dirigir el estudio hacia la información más relevante; favorecer la reflexión sobre el tema. A través de las preguntas se ofreció a los estudiantes retroalimentación y ayudaron a monitorear el avance de los estudiantes como parte de la evaluación formativa (Díaz Barriga y Hernández, 2002).

Analogías: son proposiciones que indican que una cosa o evento es semejante a otro (Díaz Barriga y Hernández, 2002). Nos auxiliaron en la explicación de conceptos de

difícil comprensión para los estudiantes al trasladar los conceptos a los ámbitos cotidianos o familiares de los estudiantes durante el proceso enseñanza-aprendizaje.

La discusión: fue una forma muy útil de comunicación oral, ya que permitió el intercambio directo de puntos de vista sobre un mismo tema (Chávez y Oseguera, 1999). Se planteó con anticipación el día y el tema de la conversación. La discusión tuvo la finalidad de compartir ideas y estimular el interés de los estudiantes facilitando el camino para la solución de un problema hasta llegar a acuerdos. Esta práctica favorece la participación entre pares, enseña al estudiante a fundamentar su discurso, a saber escuchar a los demás y a contrastar sus ideas.

Gutiérrez (2006, b) menciona otras estrategias que recuperamos e incluimos en nuestro diseño instruccional, como son:

Monitoreo constante: con el objeto de enriquecer la interacción profesor-estudiante, la supervisión en el aula permitió conocer de cada estudiante: sus ideas, sus aportaciones, su disposición hacia el trabajo y sus dudas; además, se pudo brindar la ayuda ajustada a cada equipo y a cada estudiante en el tiempo adecuado.

Redes semánticas: son una herramienta visual que auxilia a los estudiantes a generar asociaciones. Las ideas centrales son identificadas, expandidas y ligadas. Son un agrupamiento de ideas que conforman una red de significados asociados (Gutiérrez, 2006, b).

Uso de los multimedia: fue una herramienta que permitió apoyar al estudiante en la construcción y verificación de conceptos en relación al metabolismo. “Cuando se conjugan...-fotografías y animación deslumbrantes, mezclando sonido, video clips y textos informativos- se puede capturar a un auditorio; y si además se le da el control interactivo del proceso...estimula los ojos, oídos, tacto y, lo más importante el cerebro” (Pérez Vertti, 2007:48).

Ejercicios experimentales: fueron actividades que tuvieron un valor formativo. Se coincide con Caamaño (2003), al considerárseles actividades importantes en la enseñanza de las ciencias porque motivan al estudiante, permiten un conocimiento vivencial de los fenómenos e ilustrar la relación entre variables significativas para la interpretación de un fenómeno; ayudan a la comprensión de conceptos; permiten

contrastar hipótesis emitidas en la elaboración de un modelo, proporcionan experiencia en el manejo de instrumentos de medición y en el uso de técnicas de laboratorio y de campo; acercan a la metodología y a los procedimientos propios de la investigación científica; son una oportunidad para el trabajo en equipo y para el desarrollo de actitudes y la aplicación de normas propias del trabajo experimental; planificación, orden, limpieza y seguridad.

Estas técnicas didácticas no constituyen por sí mismas una experiencia de aprendizaje, pero es a partir de ellas que los estudiantes pueden alcanzar los objetivos planteados en la clase o tema. En tanto se coincide con Díaz Barriga (2002) cuando dicen que "...un trabajo o ejercicio bien seleccionado, informativo y motivante provoca mayores dividendos en el aprendizaje de los estudiantes y en la evaluación del profesor" (p. 372).

Rally: fue una actividad lúdica que consistió en elaborar previamente una serie de preguntas en tarjetas sobre fotosíntesis, enzimas, organismos quimiótrofos, autótrofos, heterótrofos. Cada pregunta fue acompañada de una condición que los estudiantes debieron cumplir al momento de emitir la respuesta. Su propósito fue reforzar y repasar los temas vistos en clase, así como verificar la comprensión del tema.

Rompecabezas: estuvo integrada por una lectura y una serie de moléculas las cuales debían armar a manera de construir el rompecabezas siguiendo con atención una lectura. La finalidad de la actividad fue armar la secuencia de reacciones sucedidas en la glucólisis y ciclo de Krebs para abordar su estudio a partir de características específicas sucedidas en cada reacción además de fomentar el trabajo en equipo y la comprensión lectora.

Mapas y redes conceptuales: son un recurso esquemático que el estudiante construyó para presentar un conjunto de conceptos relacionados y que mantienen una posición jerárquica. Las proposiciones se forman por dos o más términos conceptuales unidos por palabras enlace que forman una unidad semántica, donde los nuevos conceptos o significados conceptuales se engloban bajo otros más amplios, más inclusivos, presentando una jerarquía, es decir, los conceptos generales e inclusivos deben situarse en la parte superior del mapa y los conceptos progresivamente más específicos

y menos inclusivos en la parte inferior. Su importancia radica en que dirigen la atención, tanto del estudiante como del profesor hacia las ideas más importantes y específicas de la tarea de aprendizaje (Novak y Gowin, 1984).

Estos ejercicios sirvieron a los estudiantes para que fueran construyendo las relaciones proposicionales que inicialmente no estaban consideradas, pero que a lo largo de la actividad educativa fueron generándose. En este sentido se dice que los mapas conceptuales son una actividad creativa (Novak y Gowin, 1984).

Debido a que los mapas conceptuales son representaciones exteriorizadas de proposiciones, son excelentes instrumentos que ponen de manifiesto las concepciones equivocadas y acertadas de los estudiantes por ejemplo, la conexión entre dos conceptos que forman una proposición falsa o verdadera.

Por otra parte, la construcción de los mapas conceptuales por grupos de dos o tres estudiantes puede originar discusiones en clase que enriquecen su estructura (o construcción) y la interacción social. También se utilizaron presentaciones Power Point con imágenes, se trabajó con resúmenes, participaciones de los estudiantes y proyecciones de videos en relación al tema.

#### **3.4.2.1.3 Técnicas didácticas de cierre**

Entre las tareas a realizar el PEA (2004) recomienda la elaboración de mapas conceptuales, redes semánticas, resúmenes finales y ensayos.

Resúmenes: esta actividad se realizó tanto por la profesora al diseñar materiales de apoyo para los estudiantes. Se definen como una síntesis breve, sencilla y precisa de una lección interpretada por quien la realiza. “Resumir un texto es una habilidad básica para el aprendizaje escolar, ya que permite organizar y sintetizar el material indicando las relaciones de supraordinación y subordinación presentes en el contenido informativo” (Day, 1980, citado por Sánchez, 2007:39).

Mapas mentales: son estrategias que presentaron a los estudiantes información gráfica de un proceso holístico en su concepción y percepción. Contienen una serie de

elementos asociados e interconectados entre sí, permiten expandir el pensamiento en una estructura compuesta de palabras, imágenes, colores, formas, líneas, flechas, números, símbolos y códigos, facilitando la organización y jerarquía de la información distribuida en el espacio. Facilitan el recuerdo y el uso de los apuntes. (De Montes y Montes, 2004).

Las ideas más importantes van en el centro y en torno a él se van derivando las ramas que poseen ideas secundarias y éstas a su vez pueden originar otras ideas y así sucesivamente según se vaya requiriendo. Los datos más alejados del centro del mapa mental corresponde a información más específica. Para relacionar las ideas se utilizan palabras clave e imágenes relacionadas con el tema que faciliten la asociación. Cada grupo de ideas que parte del centro debe ser diferenciado por un color, mismo que tendrán las líneas y las formas y en el caso de las imágenes tendrán su propio colorido.

Los mapas mentales son una herramienta en el aula ya que las imágenes visuales son fácilmente recordadas que las palabras. La información es concreta, importante y representativa. Permiten mayor comprensión del tema, ahorran tiempo en el momento de repasar, permiten hacer conexiones rápidamente, ya que sólo encontramos sustantivos, verbos y adjetivos de importancia relevante (De Montes y Montes, 2004).

### **3.4.3 Fase A: Post-evaluación**

Tuvo lugar después de la intervención pedagógica, inicia y culmina con la resolución del CCDM, por los estudiantes del grupo control y experimental.

En el grupo experimental tuvo lugar en la sesión 17, mientras que en el grupo control se llevó a cabo tres semanas después debido a que la profesora requirió de más sesiones para abordar el tema y también por el gran ausentismo que presentó el grupo.

Entre los objetivos de esta etapa están: valorar los efectos de las estrategias constructivistas en el aprendizaje del tema de metabolismo en los estudiantes del CCH.

Conocer las evaluaciones por estudiante en el CCDM en el grupo control y grupo experimental.

Conocer en cuáles reactivos de CCDM obtuvieron resultados favorables y en cuáles no lograron resultados significativos ya que esto permitió identificar los conceptos que representaron dificultad para su aprendizaje.

En análisis por género tuvo lugar para comprobar desde otro ángulo la influencia de las estrategias constructivistas y también se identificó con el análisis de cada reactivo cuáles conceptos causaron dificultad para su aprendizaje en los hombres y mujeres de ambos grupos de investigación.

### **3.5 Pruebas estadísticas**

La estadística en la investigación no pretendió obtener resultados categóricos o certidumbre absoluta, sino únicamente verdades condicionales (Savin y cols., 1980). Se utilizó dos pruebas estadísticas: la prueba *t* de *Student* para datos independientes, y la prueba de la *ji cuadrada* ( $X^2$ ).

Para el análisis estadístico se usaron los paquetes computacionales Excel XP (Programa de Microsoft Office XP), cuyo programa está diseñado para el análisis de datos, y el paquete estadístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) para Windows XP, desarrollado por la Universidad de Chicago (SPSS, 2006).

#### **3.5.1 Prueba *t* de Student para muestras independientes**

La prueba *t* se dio a conocer en 1908 por S. Gosset, se diseñó para comprobar la significancia de las medias en muestras pequeñas (Escotet, 1982).

Para Savin y cols. (1980), la prueba *t* de Student se aplica en dos casos:

1.- En la comparación entre la media de una muestra ( $\bar{x}$ ) y la media de una población ( $\mu$ ) para ver si la muestra fue extraída de esa población.

2.- En la comparación entre las medias de dos muestras A y B ( $\frac{\bar{X}_A}{\bar{X}_B}$ ), para saber si ambas provienen de la misma población. Para Hernández y Fernández (2003) la prueba  $t$  se utiliza para evaluar si dos grupos difieren entre sí de manera significativa respecto a sus medias.

Cuando dos grupos son independientes, es decir, está integrado por distintos estudiantes y de diferente tamaño, como en nuestro caso, el planteamiento matemático (fórmula) que se utilizó fue:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\frac{(N_1 - 1) \sigma_1^2 + (N_2 - 1) \sigma_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \left( \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}}$$

Para encontrar los grados de libertad se aplicó la siguiente fórmula:

$$gdl = (N_1 + N_2 - 2)$$

Se sumó el tamaño de las poblaciones de estudio y al total se le restó 2. Con los grados de libertad se buscó en la Tabla de  $t$  de Student el valor aproximado al nuestro y se comparó con el resultado de  $t$ , estableciendo también el nivel de confianza (probabilidad de que los resultados sean por azar y no por la intervención).

Si el valor de la Tabla  $t$  de Student es menor al calculado ( $t_c$ ), es probable con una confianza de 95% ( $p \leq 0.05$ ), de 99% ( $p \leq 0.01$ ) ó 99.99% ( $p \leq 0.001$ ) que las diferencias entre las medias de nuestras muestras sean significativas.

La  $t$  de Student nos permitió evaluar las diferencias entre los grupos control y experimental y determinar la eficiencia de las estrategias didácticas diseñadas para esta investigación.

Para realizar los cálculos propios de la prueba  $t$  de Student se requirió de:

- 1.- Capturar en el programa Excel XP las calificaciones obtenidas en el CCDM de los grupos experimental y control en la fase de pre y post evaluación.
- 2.- Copiar las calificaciones en el paquete estadístico SPSS

3.- Con base en los valores en la Tabla de Fisher y Yates (1946, cit. por Savin y col., 1980)<sup>1</sup> se establece si el valor de  $p$  (probabilidad), es o no significativa. Estos autores proponen que si el valor de  $p$ , ver Tabla 3.

Valores de $p$			
Conclusión acerca de la diferencia encontrada	0.90 - 0.05	0.05 - 0.01	0.01 - 0.001
	No significativa	Significativa	Muy significativa

Tabla 3. Relación entre los valores de  $p$  y la conclusión en tablas de  $t$  y de Ji cuadrada (Savin y col, 1980: 105)

El valor de  $p$  representa la probabilidad de que la diferencia entre las muestras consideradas sea debida al azar, si la diferencia es muy baja inferior a un décimo por ciento entonces es motivada por otros factores. En este caso se puede rechazar la hipótesis nula con la seguridad de no errar significativamente al hacerlo (Savin y cols., 1980)

### 3.5.2 Prueba de la ji cuadrada ( $\chi^2$ )

Esta prueba de significancia fue propuesta por el inglés Kart Pearson en 1900. “Se utiliza para evaluar la hipótesis nula establecida entre dos grupos de datos: hipotéticos o esperados y experimentales u observados. Se puede usar para dos o más muestras” (Savin y cols., 1980:109).

Se define también como “...una prueba estadística para evaluar hipótesis acerca de la relación entre dos variables categóricas...La prueba de la *ji* cuadrada se calcula por medio de una *Tabla de contingencia o tabulación cruzada*, que es un cuadro de dos dimensiones, y cada dimensión contiene una variable. A su vez, cada variable se subdivide en dos categorías” (Hernández y Fernández, 2003:558).

El procedimiento seguido en nuestro caso fue el siguiente:

<sup>1</sup> *Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research*. Oliver & Boyd, Edimburgo,

1.- Inicialmente se registraron las frecuencias empíricas observadas de las respuestas correctas e incorrectas del grupo experimental correspondiente a las 22 preguntas del CCDM, como se muestra en el Tabla 4.

No. de Reactivo	Tipo de respuesta	Frecuencias empíricas observadas GRUPO EXPERIMENTAL PRE-EVALUACIÓN	Frecuencias empíricas observadas GRUPO EXPERIMENTAL POST-EVALUACIÓN	Total del renglón
1	Correctas	16	19	35 ←
	Incorrectas	3	0	3
<b>Total de columna</b>		<b>19</b> ↑	<b>19</b>	<b>N= 38</b>

Tabla 4. Procedimiento para calcular las frecuencias teóricas

2.- Se obtuvieron las frecuencias teóricas con la siguiente fórmula:

$$ft = \frac{(\text{Total o marginal de renglón}) (\text{Total o marginal de columna})}{N}^2$$

Sustituyendo datos en la fórmula se obtiene:

$$\text{A.- } ft = \frac{(35)(19)}{38} = 17.5$$

$$\text{C.- } ft = \frac{(35)(19)}{38} = 17.5$$

$$\text{B.- } ft = \frac{(3)(19)}{38} = 1.5$$

$$\text{D.- } ft = \frac{(3)(19)}{38} = 1.5$$

Las frecuencias teóricas se colocan en la Tabla para después calcular el valor de  $ji$  cuadrada ( $\chi^2$ ) (Tabla 5).

---

<sup>2</sup>  $N = \text{número total de frecuencias observadas}$

No. de Reactivo	Tipo de respuesta	Frecuencias empíricas observadas GRUPO EXPERIMENTAL PRE- EVALUACIÓN	Frecuencias empíricas observadas GRUPO EXPERIMENTAL POST- EVALUACIÓN	Frecuencias teóricas	Frecuencias teóricas
1	Correctas	16	19	(A) 17.5	(C) 17.5
	Incorrectas	3	0	(B) 1.5	(D) 1.5

Tabla 5. Información necesaria para calcular el valor de la ji cuadrada ( $\chi^2$ ), por cada reactivo del instrumento CCDM.

3.- Se calcula el valor de *ji* cuadrado ( $\chi^2$ ) con la siguiente fórmula:

$$\chi^2 = \sum \frac{(fe - ft)^2}{ft}$$

En este caso, se utilizó el paquete de Excel XP para realizar todos los cálculos en los 22 reactivos (ver Tabla 6)

No. de Reactivo	Tipo de respuesta	Frecuencias empíricas observadas GRUPO EXPERIMENTAL PRE- EVALUACIÓN	Frecuencias empíricas observadas GRUPO EXPERIMENTAL POST- EVALUACIÓN	Frecuencias teóricas	Frecuencias teóricas	<i>ji</i> cuadrado $\chi^2$
1	Correctas	16	19	17.5	17.5	3.25714286
	Incorrectas	3	0	1.5	1.5	

Tabla 6. Procedimiento para elaborar las tablas de contingencia para el análisis de datos con la prueba de la ji cuadrada ( $\chi^2$ ).

4.- Se determinaron los grados de libertad (*gdl*). Hernández y Fernández (2000: 561) señalan que "...para saber si un valor de *ji* cuadrada  $\chi^2$  es o no significativo, debemos calcular los grados de libertad".

Los grados de libertad se fijan de acuerdo al número de datos que pueden variar independientemente. En este caso estuvieron determinados por el número de filas y el número de columnas (Escotet, 1982). Para su cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$gdl = (f - 1)(c - 1)$$

5.- Después del punto anterior se consultan las tablas de *ji* cuadrado, de Pearson-Hartley, utilizando el dato de los *gdl*, se ubica el valor de seguridad o confianza, se compara el valor de la Tabla con el resultado obtenido al aplicar la fórmula de *ji* cuadrado ( $\chi^2$ ), y se determina si:

$x^2 = \leq 3.841$  No hay diferencias

$x^2 > 3.841$  Hay diferencias

Finalmente, en dado caso que existieran diferencias se concluye que el resultado es significativo con un nivel de seguridad o confianza del 5%, como fue nuestro caso (Tabla 7).

V	0.999	0.995	0.99	0.98	0.975	0.95	0.9	0.8	0.75	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.25	0.2	0.1	0.05 *	0.025	0.02	0.01	0.005	0.001
1*	2E-06	0.00004	0.00016	0.001	0.001	0.004	0.016	0.064	0.102	0.148	0.275	0.455	0.708	1.074	1.323	1.642	2.706	* 3.841	5.024	5.412	6.635	7.879	10.828
2	0.002	0.010	0.020	0.040	0.051	0.103	0.211	0.446	0.575	0.713	1.022	1.386	1.833	2.408	2.773	3.219	4.605	5.991	7.378	7.824	9.210	10.597	13.815

Tabla 7. Fragmento de la Tabla de distribución de ji cuadrada de PEARSON-HARTLEY, obra citada por Escotet, (1982)

\*Nota: Este dato es el parámetro que se usó para establecer las diferencias significativas en la prueba de ji cuadrado ( $x^2$ )

El procedimiento descrito fue utilizado para analizar cada reactivo del CCDM y comprobar si existió una diferencia significativa entre los conocimientos previos y posteriores de los estudiantes. Los análisis realizados con esta prueba fueron:

- a) Grupo experimental (Pre y post-evaluación)
- b) Grupo control (Pre y post-evaluación)
- c) Por género:
  - Hombres grupo control (Pre y post-evaluación)
  - Hombres grupo experimental (Pre y post-evaluación)
  - Mujeres grupo control (Pre y post-evaluación)
  - Mujeres grupo experimental (Pre y post-evaluación)

### 3.6 Promedio aritmético

Otra forma de establecer diferencias o similitudes entre el grupo experimental y control, y entre la pre-evaluación y la post-evaluación, fue calcular el promedio aritmético y para ello se requirieron de las calificaciones obtenidas en el CCDM. “Se simboliza como ( $\bar{X}$ ), y es la suma de todos los valores dividida entre el número de casos” (Hernández y Fernández, 2000:506). El promedio aritmético de nuestras poblaciones se realizó con la siguiente fórmula:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_k}{N}$$

### 3.7 Análisis cualitativo de los instrumentos de recopilación de información

El trabajo incluyó un análisis cualitativo porque coincidimos con Hernández y Fernández (2004) cuando mencionan “...es un enfoque que proporciona mayor profundidad a los datos, riqueza interpretativa, contextualizan el ambiente o entorno, proporcionan detalles y experiencias únicas, además de que aportan un punto de vista fresco, natural y holístico de los fenómenos” (p.18). Comentan también que la mezcla de la investigación cuantitativa y cualitativa proporciona un mayor conocimiento para la construcción de teorías y solución de problemas.

Con este análisis se recopiló información de los estudiantes sobre su contexto académico, familiar y social (cuestionario sociodemográfico); obtuvimos opiniones de los estudiantes a cerca de la estrategia de enseñanza aplicada en cada sesión de estudio (cuestionario de opinión sobre la estrategia de enseñanza); por último, deseábamos conocer cómo se desarrolló la actuación docente durante la intervención pedagógica (cuestionario de cotejo). Los instrumentos se encuentran en el anexo I al 6 del apéndice B, de este trabajo.

Para la sistematización de las respuestas de los instrumentos, seguimos las recomendaciones expuestas por Fernández y Hernández (2004): Revisar los datos del material, interpretar los datos, describir contextos, situaciones y personas sujetos a estudio, encontrar patrones, y codificar los datos para tener la descripción más completa, resumirlos, eliminar la información irrelevante.

Finalmente, se consideró importante registrar la asistencia de los estudiantes así como las evaluaciones obtenidas en cada actividad de la estrategia constructivista.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En el capítulo se presentan los datos cuantitativos y cualitativos obtenidos a través de los instrumentos que se diseñaron para esta investigación y que se describieron en el capítulo anterior (ver instrumentos en los anexos 1 al 6, apéndice B).

El orden en que se exponen los resultados y el análisis, responden a la etapa en que fueron aplicados los instrumentos: pre-evaluación, intervención y post-evaluación.

#### 4.1 Cuestionario sociodemográfico

Se recuerda que con la finalidad de caracterizar a nuestros grupos de investigación en los aspectos: socioeconómicos, académicos y biográficos, se aplicó este cuestionario. Para sistematizar la información inicialmente se extrajeron de cada reactivo las respuestas y en el caso de las respuestas abiertas se agruparon según su similitud, ordenada la información se establecieron las frecuencias y se calcularon los porcentajes.

##### 4.1.1 Grupo control

###### A. Datos personales

El grupo control estuvo integrado por 20 estudiantes entre los 16 y 22 años, 10 hombres y 10 mujeres. El 85% contaba con 17 años. La mayoría vivía con ambos padres (80%), 5 % sólo con la madre y 5% vivía solo (véase Tabla 8).

	Ambos padres	Sólo con madre y hermanos	Solo (a)
Frecuencia	16	3	1
Porcentaje	80	15	5

Tabla 8. Integración familiar de los estudiantes del grupo control

Entre las ocupaciones de los padres se encontraron: dos profesores, un doctor, un abogado, un administrador, un delegado, cuatro comerciantes, cinco obreros, y un mecánico. En el caso de las ocupaciones de las madres: ocho son obreras, cuatro se dedican a las labores del hogar, tres al comercio; una enfermera, un médico, una supervisora, una directora, y una licenciada en relaciones públicas.

El domicilio de los estudiantes se encuentra en lugares como: Distrito Federal, Vicente Guerrero así como en la zona metropolitana Atizapán de Zaragoza, Naucalpan de Juárez, San Rafael Chamapa, Los Reyes Coyotepec, San Lucas Tepatlacalco, Ecatepec, San Miguel, San Pedro Barrientos, Nicolás Romero, San Martín y San Lorenzo Totolinga.

## B. Situación académica

Se observa que hasta el cuarto semestre (Tabla 9), 18 estudiantes del grupo no habían acreditado de 1 a 7 materias. El mayor porcentaje (30%) de ellos adeudaba tres materias.

Número de materias no aprobadas	Número de estudiantes	Porcentaje
Una	4	20
Dos	2	10
Tres	6	30
Cuatro	1	5
Cinco	3	15
Seis	1	5
Siete	1	5

Tabla 9. Materias no aprobadas por estudiante del grupo control

El Área de Matemáticas reportó un mayor porcentaje de reprobación, le sigue el Área de Talleres de Comunicación, posteriormente el Área de Ciencias Experimentales y por último, el Área Histórico Social. La frecuencia y el porcentaje de las materias no acreditadas se observa en la Tabla 10.

Materias no acreditadas	Número de alumnos Frecuencia	Porcentaje de reprobación por materia
Todas acreditadas	2	10
Matemáticas I	6	30
Matemáticas II	7	35
Matemáticas III	7	35
Matemáticas IV	8	40
Taller de Lectura y Red. I	3	15
Taller de Lectura y Red. II	3	15
Taller de Lectura y Red. III	5	25
Taller de Lectura y Red. IV	3	15
Inglés II	1	5
Inglés III	1	5
Inglés IV	2	10
Física I	2	10
Física II	2	10
Historia de México I	1	5
Historia de México II	4	20
Biología I	1	5
Francés IV	1	5

Tabla 10. Materias no acreditadas por los estudiantes del grupo control en los cuatro primeros semestres del bachillerato del CCH.

Sólo dos estudiantes fueron regulares, es decir, "...cumplieron en tiempo y forma con la estructura establecida por el plan de estudio de su nivel al aprobar todas sus materias" (Santillán y López, 2006:20).

El desempeño académico de los estudiantes se aprecia en la Tabla 11, donde se muestran sus promedios hasta el momento en que se realizó la investigación.

Promedio	6.9	7.0	7.2	7.3	7.4	7.5	7.8	7.9	8.6	8.9
Frecuencia	1	3	1	4	3	2	2	1	2	1

Tabla 11. Promedios de los estudiantes del grupo control obtenidos hasta el cuarto semestre.

Así tenemos que 5% contaba con un promedio de 6.9; 80% entre 7.0 y 7.9; finalmente, 15% logró entre 8.0 y 8.9 de promedio.

### **C. Expectativas profesionales**

Las licenciaturas que los estudiantes deseaban estudiar, fueron: Pedagogía, Leyes, Gastronomía, Ingeniería, Periodismo, Psicología, Diseño Gráfico, Ingeniero en Computación y Relaciones Internacionales.

La mayoría mencionó que eligió sus materias del quinto y sexto semestres pensando en la profesión futura. El 100% eligió Biología, 95% Filosofía, 85% Estadística, 65% Química III, 60% Psicología; 45% Latín I; 35% Taller de comunicación; 30% Cibernética y computación I; 25% lectura y Análisis de textos literarios y Taller de Expresión gráfica I, Taller de Diseño Ambiental; 20% Cálculo Integral y Diferencial I y Administración I; 10% Ciencias Políticas y Sociales I; y 5% Derecho I, Física III, Economía I y Antropología I.

En conclusión, ningún estudiante de este grupo se inclinó por estudiar Biología aún cuando el 100%, eligió la materia como optativa pensando en una profesión a futuro. En el siguiente apartado se muestran otras de las razones del por qué seleccionaron estudiar Biología.

### **D. Gusto por la Biología**

Las razones por las que los estudiantes seleccionaron estudiar Biología en el quinto y sexto semestre, se debió según el 25% por su relación con la licenciatura que desean estudiar y porque les gusta; al 20% le parece interesante; 15% porque estaba registrada en la tira de materias; 10% para conocer más sobre los seres vivos y la vida, y 5% la prefirió por fácil.

Las actividades que dijeron les facilitaba aprender los temas de Biología fueron: 21% con experimentos, otro 21% con exposiciones por parte del profesor, 12% con prácticas de campo, otro 12% con imágenes y videos, y otro porcentaje igual con exámenes; 9% con actividades didácticas y ejercicios; otro porcentaje similar con esquemas; 3% con discusiones grupales y otro 3% con clases amenas.

Algunas de las habilidades que los adolescentes dijeron les auxiliaría en Biología fueron: ser observador, hábito por la lectura, facilidad para traducir el inglés, habilidades en computación y en matemáticas, saber dibujar, hacer esquemas, hacer mapas conceptuales.

El trabajo en equipo es importante para socializar el conocimiento entre pares. El 70% manifestó no tener ningún problema en hacerlo, 5% contestó que se le dificultaba, otro 5% agregó que el trabajo en equipo es bueno porque se comparte la tarea, lo malo es que todos dependen de los demás; otro 5% dijo que se le dificultaba reunirse en equipo; otro 5% mencionó tener problemas con los compañeros cuando no cumplen con lo que les corresponde, y por último, un 5% tiene problemas cuando el equipo no trabaja así que prefiere la individualidad.

Una de las herramientas con que cuentan los estudiantes actualmente es la computadora, en este caso sólo 12 alumnos reportaron tener computadora y servicio de Internet en casa, 3 casos computadora pero no internet, y 5 estudiantes no contaban con una computadora ni internet.

## **E. Metas en la materia**

La calificación que los estudiantes aspiraban obtener en la materia, 30% reportó querer un diez, 10% dijo nueve, y 25%, ocho. También encontramos indecisos como el 30% que deseaba un nueve o diez de calificación, y 5% que iba por un nueve u ocho.

Para alcanzar la calificación deseada en Biología, 50% dijo que se proponían cumplir con todo lo que les pidiera el profesor; 35% cumplir con tareas; 30% obtener buenas calificaciones en los exámenes; 15% llegar temprano, 15% no faltar y poner atención; 10% participar en clase y dar constancia de lo aprendido en un resumen.

## F. Pasatiempos

Los pasatiempos favoritos que los estudiantes reportaron fueron: leer, escuchar música, salir a caminar, jugar en la computadora, salir con amigos, salir con la novia, jugar y ver fútbol, hacer ejercicio, dar clases de inglés, ver televisión, cuidar peces, dibujar y ver películas.

### 4.1.2 Grupo experimental

#### A. Datos personales

A diferencia del grupo control estuvo integrado por 19 estudiantes, 8 hombres y 11 mujeres, entre los 16 y 22 años. El 58% contaba con 17 años. En este sentido se observó que los estudiantes se encontraban en la etapa de la adolescencia, es decir, ya presentaban un crecimiento físico y una maduración sexual reflejada en el desarrollo de las características sexuales secundarias tanto de las chicas como de los chicos.

La mayoría (74%), vivía con ambos padres y hermanos mientras que una minoría, 5% respectivamente con el cónyuge y solo (ver Tabla 12).

	Ambos padres y hermanos	Madre y hermanos	Solo (a)	Con el esposo
Frecuencia	14	3	1	1
Porcentaje	74%	16%	5%	5%

Tabla 12. Composición familiar de los estudiantes del grupo control.

Entre las ocupaciones de los padres se encontraron: un odontólogo, un veterinario, tres taxistas, dos comerciantes, dos mecánicos, cuatro obreros, dos almacenistas, y un instructor técnico. En el caso de las madres, ocho se dedican a los quehaceres del hogar, una profesora, una enfermera, una psicóloga, un médico, una licenciada en relaciones públicas, una servidora pública, dos dedicadas al comercio, dos obreras, y

una jubilada. En suma, 52% de las madres realizaban un trabajo remunerado mientras que el 42% sólo se dedicaba al hogar.

El domicilio de los jóvenes se encuentra en lugares como: Atizapán de Zaragoza, Tlalnepantla, Huehuetoca, Tultitlán, Cuahutitlán, Naucalpan y Distrito Federal.

## B. Situación académica

Se observa (Tabla 13), que hasta el cuarto semestre, 15 estudiantes del grupo no habían acreditado de 1 a 8 materias, salvo un caso que adeudaba 12. El mayor porcentaje adeudaba una materia (21%) y un 16% no había acreditado cuatro asignaturas. Al respecto Rice (2000) comenta el bajo desempeño académico de los estudiantes se ve afectado por múltiples factores que van desde el retraso en los cursos, problemas de conducta en la escuela, relaciones familiares tensas, mal ajuste social o aislamiento. La falta de motivación es otro de los factores que puede desencadenar apatía por el estudio de alguna materia (Pozo, 2004). Los problemas familiares también son otro factor que desfavorece el desempeño escolar, al cuestionar a una estudiante sobre sus ausencias a clase mencionó que por problemas familiares no podía acudir frecuentemente, el divorcio de sus padres le ocasionaba vivir un tiempo con la madre y otro con el padre, lo que ocasionaba un desplazamiento a la escuela a veces corto y en ocasiones muy largo.

Número de materias no aprobadas	Frecuencia de estudiantes	Porcentaje
Una	4	21
Dos	2	11
Tres	1	5
Cuatro	3	16
Cinco	2	11
Seis	1	5
Ocho	2	11
Doce	1	5

Tabla 13. Número de materias reprobadas por estudiante en el grupo experimental

Al entrevistar al profesor titular sobre el comportamiento académico de los estudiantes del turno vespertino comenta: "...es común que en la tarde se tenga un mayor número

de deserción y por lo tanto, de reprobación, no es que los estudiantes sean diferentes a los del turno matutino, sino más bien, existen en el vespertino diversos distractores que provocan que el alumno no acuda a clases, además son menos comprometidos con el trabajo” (Pérez Vertti, 2008)<sup>1</sup>. Entre los distractores podemos mencionar los antros cercanos al plantel y el círculo de amistades.

Al igual que el grupo control el área de Matemáticas reportó un mayor porcentaje de reprobación; le sigue el Área de Ciencias Experimentales, el Histórico Social, y por último, con menos reprobación, el Área de Talleres de Comunicación. La frecuencia y porcentaje de las materias no acreditadas se observa en la Tabla 14.

Materia no acreditada	frecuencia de estudiantes	Porcentaje de reprobación por materia
Todas las materias acreditadas	3	16
Matemáticas I	10	53
Matemáticas II	6	32
Matemáticas III	8	42
Matemáticas IV	7	37
Taller de Lectura y Red. I	2	11
Taller de Lectura y Red. II	1	5
Taller de Lectura y Red. III	1	5
Taller de Lectura y Red. IV	3	16
Inglés I	1	5
Inglés II	1	5
Inglés III	2	11
Inglés IV	2	11
Física I	4	21
Física II	4	21
Historia de México I	4	21
Historia de México II	2	11
Química I	1	5
Química II	2	11
Biología I	1	5
Biología III	1	5
Francés I	1	5

Tabla 14. Materias no acreditadas en el grupo experimental

En el grupo solo tres estudiantes fueron regulares, es decir, lograron acreditar todas sus materias.

<sup>1</sup> MADEMS Juan Carlos Pérez Vertti Rojas, Profesor del CCH Naucalpan

El desempeño académico de los estudiantes se aprecia en la Tabla 15, donde se muestran sus promedios hasta el momento en que se realizó la investigación.

Promedio	6	6.8	6.9	7.0	7.2	7.3	7.5	7.6	7.8	8.1	8.2	8.8	9.0
Frecuencia	1	1	1	2	1	1	3	1	2	1	1	3	1

Tabla 15. Promedios de los estudiantes del grupo experimental obtenidos hasta el cuarto semestre

Así tenemos que 16% contaba con un promedio entre 6.0 y 6.9; 53% entre 7.0 y 7.9; 26% logró entre 8.0 y 8.9 y sólo 5% alcanzó 9.0 de promedio.

### C. Expectativas profesionales

Las licenciaturas que los estudiantes deseaban estudiar al concluir el bachillerato eran: Relaciones Internacionales, Leyes, Diseño Gráfico, Medicina, Periodismo, Administración, Psicología, Veterinaria, Arquitectura, Educación Física y algunos aún no lo tenían decidido.

En cuanto a la selección de las materias en el quinto y sexto semestre, 100% se inclinó por Biología y Filosofía, 68% Estadística y Probabilidad I; 47% Taller de comunicación I; 42% Química III; 37% Ciencias de la salud I, Psicología I y Cálculo Integral y diferencial I; 32% Latín I, Ciencias Políticas y sociales I, Cibernética y Computación I; 26% Derecho I, Física III y Administración I; 16% Taller de expresión gráfica I, Taller de comunicación I, Taller de diseño ambiental I; 11% Antropología, y finalmente 5% optó por Griego I, Teoría de la Historia I y Economía I.

### D. Gusto por la Biología

Las razones por las que los estudiantes seleccionaron estudiar Biología en el quinto y sexto semestre, se debió según el 37% porque les pareció interesante; 26% porque les gustan los animales y plantas, 11% porque se relaciona con la carrera de veterinaria y

medicina, 11% consideró que es más fácil que la Física y la Química, 11% porque así venía en la tira de materias y finalmente 5% la eligió para saber más.

Las actividades que dijeron los estudiantes les facilitaba aprender los temas de Biología fueron: 27% con experimentos, 23% con imágenes y videos; 9% prefiere trabajos, otro 9% con ejercicios y apuntes; 5% con una buena planeación del trabajo, otro 5% con prácticas de campo; otro porcentaje igual con actividades lúdicas, y finalmente un 5% aprende mejor si el contenido se relaciona con la vida cotidiana.

En este punto, el grupo control y experimental coinciden en un porcentaje mayor que las actividades experimentales les facilitan el aprendizaje de los contenidos de Biología.

Algunas de las habilidades que los adolescentes dijeron les auxiliaría en Biología fueron: investigar, facilidad en la expresión oral, participación en clase, gusto por la lectura, ser paciente, tener buena actitud hacia el trabajo, ser observador y dibujar muy bien.

El trabajo entre pares fue considerado por el 95% de los estudiantes con agrado porque conocían a las personas y era más fácil aprender entre compañeros; 5% contestó no gustarles trabajar en equipo por la dificultad de organizarse para el trabajo.

Los tiempos modernos exigen el dominio de la tecnología, contar con una computadora en casa les auxilia en las tareas escolares. De nuestra población estudiantil, 11 adolescentes reportaron tener una computadora en casa; 4 dijeron no tener, y otros 4 además del equipo de cómputo, contaban con el servicio de internet.

## **E. Metas en la materia**

De la calificación que los estudiantes aspiraban obtener en la materia, 63% reportó querer un diez, 5% dijo nueve, y 16% ocho. Hubo dos indecisos (10%) que querían entre nueve y diez, y un 5% no supo qué responder.

Para alcanzar la calificación deseada en Biología, 29% dijo que debía cumplir con todo lo que se le pidiera; 21% estudiaría mucho para los exámenes, 11% pondría atención;

11% sólo trabajaría, otro 11% realizaría actividades y tareas, 7% sería responsable, otro 7% estudiaría lo necesario; por último, 4% mencionó no faltar a clase.

## **F. Pasatiempos**

Los pasatiempos favoritos que los estudiantes reportaron fueron: escuchar música, patinar, pasear, leer hacer ejercicio, chatear, ver televisión, bailar, jugar videojuegos, estar en el internet, salir con los amigos, jugar fútbol, salir con la novia (o) y dormir.

En resumen, las similitudes entre el grupo control y experimental, fueron: la edad, pues la mayoría de los estudiantes tenía 17 años y vivían con ambos padres. En lo académico, un amplio número reportó no haber acreditado entre 1 y 6 materias y sólo una minoría logró acreditar todas las asignaturas hasta el cuarto semestre. El área de matemáticas registró un gran número de estudiantes no acreditados, en contraste con Biología, donde la frecuencia fue baja. En cuanto a los promedios la mayoría reportó haber obtenido entre siete y ocho hasta el cuarto semestre.

Ambos grupos en su totalidad eligieron estudiar como materia optativa Biología III y IV, por ser interesante y fácil. Los estudiantes del grupo control y del grupo experimental no tienen entre sus expectativas futuras estudiar como licenciatura la Biología aún cuando todos eligieron estudiarla en el quinto y sexto semestre. La mayoría de las opiniones en ambos grupos sostuvo que les facilitaría estudiar Biología si se incluyeran en las clases experimentos, actividades lúdicas e imágenes y videos. Además de poner en práctica ejercicios de lectura, observación y dibujo.

Por otra parte, la mayoría de los alumnos coincidió en querer estudiar psicología, leyes, diseño gráfico, periodismo y relaciones internacionales.

En cuanto al trabajo en equipo la mayor parte de los estudiantes coincidió en que es una forma de conocer a las personas y fácil de aprender, sin embargo, una minoría expresó que no les agradaba trabajar en equipo por la dificultad de ponerse de acuerdo.

Por otro lado, algunos estudiantes deseaban obtener diez en Biología, para ello, estaban dispuestos a cumplir con todo lo que se les pidiera, a estudiar mucho para los exámenes, no faltar a clases y poner atención.

Los datos arriba señalados no están lejos de representar lo que la Secretaría de Planeación (Seplan) en los últimos años viene registrando en sus estadísticas sobre la población estudiantil del CCH. Basándonos en su información descubrimos que 99% de los estudiantes de la generación 2007 contaron con edades que oscilaban entre los 15 y 21 años de edad, 85% de los estudiantes de Naucalpan provienen de escuelas secundarias ubicadas en el Estado de México, por lo que deducimos que es en esta área geográfica donde viven. El 96% vive con sus padres en este sentido son de ellos quienes reciben sostenimiento económico. (López y Santillán, 2008). En conclusión los estudiantes del CCH, por la edad en que se encuentran son adolescentes que dependen económicamente de sus padres y la mayoría vive en las colonias aledañas al Colegio, esta situación pero a baja escala se encontró con la información recopilada con el cuestionario sociodemográfico (ver anexo 1, apéndice B). Finalmente, ambos grupos de estudiantes coincidieron en que los ratos libres los dedican para escuchar música, leer, ver televisión, salir con los amigos y novia (o), y jugar fútbol. La Tabla 16, presenta en resumen la información obtenida con el cuestionario sociodemográfico en el grupo control y experimental.

	Número de alumnos	Hombres	Mujeres	Edades (años)	Viven con sus padres	Estudiantes regulares	Materia con alto índice de reprobación	Mayor promedio obtenido hasta el cuarto semestre	Razón por la que se seleccionó la materia de Biología III y IV	Actividad que favorece el aprendizaje de la Biología	Facilidad para el trabajo en equipo
<b>Grupo Control</b>	20	10	10	Entre los 16 y 22	80% (16 de 20)	2	40% (8 de 20) Matemáticas IV,	80% (16 de 20) 7.0 – 7.9	25% (5 de 20) Por su relación con la licenciatura deseada	21% (4 de 20) Experimentos	70% (14 de 20) sin problemas
<b>Grupo Experimental</b>	19	8	11	Entre los 16 y 22	74% (14 de 19)	3	53% (10 de 19) Matemáticas I,	53% (10 de 19) 7.0 - 7.9	37% (7 de 19) Por ser interesante	27% (5 de 19) Experimentos	95% (18 de 19) Sin problemas

Tabla 16. Información general obtenida del cuestionario sociodemográfico

## 4.2 Cuestionario de conocimientos declarativos sobre metabolismo (CCDM)

El apartado muestra la forma en que se evaluó el instrumento y los resultados obtenidos en ambos grupos de nuestra investigación.

### 4.2.1 Resultados en la pre-evaluación

Recordemos que una de las funciones de la evaluación es recabar información necesaria para la toma de decisiones. Los aprendizajes medidos en esta etapa y en la post-evaluación fueron de tipo declarativo. Para valorar el cuestionario se utilizó la siguiente fórmula, que nos sirvió para asignar una calificación con base en el número de aciertos obtenidos en el CCDM:

$$(\text{Número de aciertos obtenidos}) (10) \div 22 = \text{calificación}$$

Para calcular las calificaciones se utilizó el paquete de Office Microsoft Excel XP. La escala de calificaciones quedó integrada como se muestra en la Tabla 17.

No. de aciertos	2 - 3	4 - 5	6 - 7	8 - 9	10 - 12	13 - 14	15 - 16	17 - 18	19 - 20	21 - 22
Calificación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Tabla 17. Escala de calificaciones para evaluar el CCDM.

#### 4.2.1.1 Grupo control

##### A. Calificaciones por estudiante en el CCDM

Con base en el número de aciertos en el CCDM, el grupo control inició la investigación con las siguientes calificaciones en la fase de pre-evaluación (ver Tabla 18 y 19).

Estudiantes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Aciertos	8	4	7	8	6	9	11	9	10	10	10	9	8	10	7	9	10	11	12	10
Calificación De la PRE-EVALUACIÓN Grupo Control	4	2	3	4	3	4	5	4	5	5	5	4	4	5	3	4	5	5	5	5

Tabla 18. Calificaciones obtenidas en el CCDM, por el grupo control en la pre-evaluación

Calificaciones del CCDM del grupo control. Fase de PRE-EVALUACIÓN			
CALIFICACIÓN	NÚMERO DE ESTUDIANTES	REACTIVOS CORRECTOS	PORCENTAJE
2	1	4	5
3	3	6 Y 7	15
4	7	8 Y 9	35
5	9	10 -12	45

Tabla 19. Resumen de las calificaciones obtenidas por el grupo control en el CCDM

El 100% de los estudiantes obtuvo una calificación no aprobatoria al inicio de la investigación; sin embargo, los resultados indican que lograron responder correctamente entre 4 y 12 reactivos del CCDM, es decir, entre el 5 y 45%, lo que demuestra que los estudiantes no partieron de cero en cuanto a conocimientos previos sobre el tema de metabolismo.

## B. Resultados por reactivo del CCDM

A continuación se presentan los resultados obtenidos por el grupo control en cada reactivo del CCDM, considerando las respuestas correctas e incorrectas (ver Tabla 20).

No. de Reactivo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Frecuencia Respuestas Correctas	12	14	2	9	8	6	7	16	4	10	6	14	11	15	2	3	5	6	12	6	1	8
Frecuencia Respuestas Incorrectas	8	6	18	11	12	14	13	4	16	10	14	6	9	5	18	17	15	14	8	14	19	12
Porcentaje Respuestas Correctas	60	70	10	45	40	30	35	80	20	50	30	70	55	75	10	15	25	30	60	30	5	40
Porcentaje Respuestas Incorrectas	40	30	90	55	60	70	65	20	80	50	70	30	45	25	90	85	75	70	40	70	95	60

Tabla 20. Resultados obtenidos por reactivo en el CCDM, por el grupo control en la pre-evaluación

### **C. Respuestas correctas**

Los reactivos 1, 2, 8, 12, 13, 14 y 19, que conforman el 32% de los reactivos del CCDM, fue resuelto correctamente por más del 60% de los estudiantes del grupo control, es decir los estudiantes identificaron acertadamente los conceptos de célula, biodiversidad, leyes de la termodinámica, enzima, proteína, metabolismo y fotosíntesis.

### **D. Respuestas incorrectas**

En 14 reactivos del CCDM, más del 60% de los estudiantes dieron una respuesta incorrecta. Los reactivos 3,4,5,6,7,9,11,15,16,17,18,20,21, y 22, que conforman un 64% del CCDM, los estudiantes no identificaron correctamente los conceptos relacionados con la fotosíntesis, energía, fórmula química, energía de activación, reacciones exergónicas, moléculas portadoras de energía, enzimas, ruta metabólica, organismos quimioautótrofos, fotótrofos, glucólisis, respiración, traducción y gen.

En resumen, se encontró que los estudiantes del grupo control respondieron correctamente una tercera parte de los reactivos del CCDM.

#### **4.2.1.2 Grupo experimental**

##### **A. Calificaciones obtenidas por estudiante en el CCDM**

Considerando el número de aciertos en el CCDM, el grupo experimental inició la investigación con las siguientes calificaciones en la fase de pre-evaluación (véase Tabla 21 y 22).

Estudiante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Aciertos	9	7	8	7	8	7	6	8	7	9	9	8	12	10	8	9	11	7	14
Calificación en la PRE-EVALUACIÓN Grupo Experimental	4	3	4	3	4	3	3	4	3	4	4	4	5	5	4	4	5	3	6

Tabla 21. Calificaciones obtenidas en el CCDM por el grupo experimental en la pre-evaluación

Calificaciones del CCDM del grupo experimental. Fase de PRE-EVALUACIÓN			
CALIFICACIÓN	NÚMERO DE ALUMNOS	No. DE REACTIVOS CORRECTOS	PORCENTAJE
3	6	6 - 7	32
4	9	8 - 9	47
5	3	10 -12	16
6	1	13 - 14	5

Tabla 22. Calificaciones obtenidas por el grupo experimental en el CCDM, en la fase de pre- evaluación

El 95% de los estudiantes obtuvo una calificación no aprobatoria en la pre-evaluación. Sin embargo, los resultados indican que poseían algunos conocimientos previos sobre metabolismo, pues lograron responder correctamente entre 6 y 14 reactivos, es decir, entre 5 y 47% de los reactivos del CCDM. Sólo un estudiante logró una calificación aprobatoria.

## B. Resultados por reactivo del CCDM

A continuación se presentan los resultados obtenidos por el grupo experimental en cada reactivo del CCDM, considerando sus respuestas correctas e incorrectas (véase Tabla 23).

No. de reactivo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Frecuencia Respuestas correctas	16	12	4	6	6	6	8	16	3	10	3	10	12	12	5	9	3	4	5	5	2	7
Frecuencia Respuestas incorrectas	3	7	15	13	13	13	11	3	16	9	16	9	7	7	14	10	16	15	14	14	17	12
Porcentaje Respuestas correctas	84	63	21	32	32	32	42	84	16	53	16	53	63	63	26	47	16	21	26	26	11	37
Porcentaje Respuestas incorrectas	16	37	79	68	68	68	58	16	84	47	84	47	37	37	74	53	84	79	74	74	89	63

Tabla 23. Resultados obtenidos por reactivo en el CCDM, por el grupo experimental en la fase de pre-evaluación

### **C. Respuestas correctas**

En los reactivos 1, 2, 8, 10, 12, 13 y 14, que conforman el 37% de los reactivos del CCDM, fue resuelto correctamente por más del 53% de los estudiantes del grupo experimental. Los reactivos se relacionaron con los conceptos de célula, biodiversidad, primera ley de la termodinámica, proteínas, enzimas y metabolismo.

### **D. Respuestas incorrectas**

Fueron 15 reactivos, donde el grupo experimental obtuvo mayor número de respuestas incorrectas (3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, y 22), es decir, en el 68% de los reactivos del CCDM, más del 53% de los estudiantes del grupo experimental no identificó correctamente la respuesta. Los reactivos se relacionaron con los conceptos de fotosíntesis, energía, fórmula química, energía de activación, reacciones exergónicas, moléculas portadoras de energía, enzimas, ruta metabólica, organismos quimiótrofos, fotótrofos, glucólisis, respiración, traducción y gen.

En resumen se encontró que el grupo control coincidió con el grupo experimental, ya que respondieron correctamente una tercera parte del CCDM. Por lo que se concluye, que los estudiantes poseían al inicio de la unidad de estudio algunos conocimientos previos relacionados con el tema de Metabolismo; situación que puede deberse al curso previo de Biología I, materia de tronco común en el tercer semestre, donde se aborda el tema de metabolismo de manera general (PEA, 2004).

### 4.2.1.3 Comparación grupo control vs grupo experimental

#### A. Comparación de las calificaciones

Comparar los resultados del CCDM en ambos grupos de investigación como se muestra en la Tabla 24 y 25, nos sirvió para visualizar las similitudes y diferencias en cuanto al manejo de contenidos declarativos reflejadas en las calificaciones de los estudiantes al inicio de la investigación.

Estudiante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Calificación Grupo Control	4	2	3	4	3	4	5	4	5	5	5	4	4	5	3	4	5	5	5	5
Calificación Grupo Experimental	4	3	4	3	4	3	3	4	3	4	4	4	5	5	4	4	5	3	6	

Tabla 24. Calificaciones obtenidas en la pre-evaluación por el grupo experimental y grupo control

CALIFICACIÓN Del CCDM <sup>2</sup> PRE-EVALUACIÓN	DOS	TRES	CUATRO	CINCO	SEIS
Frecuencia de estudiantes del GRUPO CONTROL	1	3	7	9	0
Frecuencia de estudiantes del GRUPO EXPERIMENTAL	0	6	9	3	1
Porcentaje GRUPO CONTROL	5	15	35	45	0
Porcentaje GRUPO EXPERIMENTAL	0	32	47	16	5

Tabla 25. Calificaciones, frecuencias y porcentajes obtenidas en la pre-evaluación en los grupos experimental y control

En la Tabla 25, se muestra que las calificaciones de nuestros grupos de investigación oscilaron entre 2 y 6. En el grupo control la menor calificación obtenida fue de dos y la máxima de cinco mientras que en el grupo experimental la mínima de tres y la máxima de seis.

El mayor porcentaje de estudiantes del grupo control (45%), obtuvo 5 de calificación mientras que en el grupo experimental (47%), obtuvieron 4; por lo tanto, existe una diferencia de  $\pm 1$  punto, que proporciona una pequeña ventaja al grupo control. En esta fase sólo un caso en el grupo experimental obtuvo calificación aprobatoria.

<sup>2</sup> CCDM: Cuestionario de Conocimientos Declarativos sobre Metabolismo

El número de reactivos resueltos correctamente por el grupo control fue de 1 a 12 y en el grupo experimental de 1 a 14: por lo que se registró una diferencia de  $\pm 2$  reactivos.

En resumen, en esta etapa ambos grupos adquirieron una pequeña ventaja sobre el otro. Por ello, el trabajo cuenta con el análisis estadístico que sirvió para establecer las diferencias significativas entre ambos grupos en cuanto a sus conocimientos previos y así erradicar cualquier apreciación personal.

## B. Comparación de promedios aritméticos grupales

El promedio aritmético consistió en sumar las calificaciones individuales,  $x_i$ , y dividir las entre el número total de estudiantes de cada grupo,  $N$  (Savin y cols., 1980).

Promedio Final de la Pre-evaluación GRUPO CONTROL	Promedio Final de la Pre-evaluación GRUPO EXPERIMENTAL
79/20	75/19
3.95	3.94

Tabla 26. Promedio general del grupo control y experimental derivado de las calificaciones del CCDM en la pre-evaluación

En los promedios grupales de la Tabla 26, muestra una diferencia mínima de una centésima. En este primer acercamiento podemos concluir que los grupos partieron en la investigación con conocimientos de tipo declarativos homogéneos.

## C. Comparación por reactivo del CCDM

Con los datos de la Tabla 27, podemos apreciar las diferencias y similitudes en las frecuencias y porcentajes, obtenidos por cada reactivo en ambos grupos de investigación.

Los datos aquí expuestos sirvieron de base para el análisis estadístico de la  $ji$  cuadrada ( $x^2$ ) que más adelante haremos referencia.

No. Reactivo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Frecuencias RESPUESTAS CORRECTAS Grupo CONTROL	12	14	2	9	8	6	7	16	4	10	6	14	11	15	2	3	5	6	12	6	1	8
Frecuencias RESPUESTAS CORRECTAS Grupo EXPERIMENTAL	16	12	4	6	6	6	8	16	3	10	3	10	12	12	5	9	3	4	5	5	2	7
Frecuencias RESPUESTAS INCORRECTAS Grupo CONTROL	8	6	18	11	12	14	13	4	16	10	14	6	9	5	18	17	15	14	8	14	19	12
Frecuencias RESPUESTAS INCORRECTAS Grupo EXPERIMENTAL	3	7	15	13	13	13	11	3	16	9	16	9	7	7	14	10	16	15	14	14	17	12
Porcentaje RESPUESTAS CORRECTAS Grupo CONTROL	60	70	10	45	40	30	35	80	20	50	30	70	55	75	10	15	25	30	60	30	5	40
Porcentaje RESPUESTAS CORRECTAS Grupo EXPERIMENTAL	84	63	21	32	32	32	42	84	16	53	16	53	63	63	26	47	16	21	26	26	11	37
Porcentaje RESPUESTAS INCORRECTAS Grupo CONTROL	40	30	90	55	60	70	65	20	80	50	70	30	45	25	90	85	75	70	40	70	95	60
Porcentaje RESPUESTAS INCORRECTAS Grupo EXPERIMENTAL	16	37	79	68	68	68	58	16	84	47	84	47	37	37	74	53	84	79	74	74	89	63

Tabla 27. Frecuencias y porcentajes de las respuestas correctas e incorrectas en el CCDM en el grupo control y experimental en la fase de pre-evaluación

#### D. Comparación de las respuestas correctas

Los reactivos 2, 4, 5, 9, 11, 12, 14, 17, 18, 19, 20 y 22 fueron donde el grupo control superó al grupo experimental al obtener mayor cantidad de respuestas correctas. Mientras que el grupo experimental superó al grupo control en los reactivos 1,3, 7, 13, 15, 16 y 21 y ambos grupos coincidieron en los reactivos 6, 8, y 10 donde obtuvieron la misma frecuencia de respuestas correctas.

En resumen, el grupo control superó al grupo experimental en 55% de los reactivos con respuestas correctas del CCDM. Los 12 reactivos, se relacionaron con los conceptos de biodiversidad, energía, fórmula química, moléculas transportadoras de energía, enzimas, metabolismo, organismo fotótrofo, glucólisis, fotosíntesis y respiración. En tanto que el grupo experimental, logró una ventaja en siete reactivos (32%), los cuales se relacionaron con los conceptos de célula, fotosíntesis, reacciones exergónicas,

enzimas, ruta metabólica, características de los quimiótrofos y el proceso de traducción del RNA mensajero.

Ambos grupos coincidieron en 3 reactivos (14%); al obtener la misma frecuencia de respuestas correctas. Identificaron que las reacciones químicas requieren de un aporte inicial de energía para ponerse en marcha, que la energía no se crea ni se destruye solo se transforma se refiere a la primera ley de la termodinámica y por último, los aminoácidos son los monómeros que constituyen a una proteína.

### **E. Comparación de las respuestas incorrectas**

En los reactivos 1, 3, 6, 7, 8, 10, 13, 15, 16, y 21 el grupo control superó al grupo experimental por obtener mayor cantidad de respuestas incorrectas. Mientras que el grupo experimental superó al grupo control en los reactivos 2, 4, 5, 11, 12, 14, 17, 18 y 19 al obtener mayor frecuencias de respuestas incorrectas y solo en los reactivos 9, 20 y 22 ambos grupos de investigación coincidieron en obtener la misma frecuencia de respuestas incorrectas.

En resumen, al comparar las frecuencias de las respuestas incorrectas en ambos grupos se observó que 45% de los reactivos, los estudiantes del grupo control, mostraron dificultad en identificar los conceptos de célula, fotosíntesis, energía de activación, reacción exergónicas, leyes de la termodinámica, proteínas, enzimas, ruta metabólica, organismos quimiótrofos y el proceso de la traducción del RNA mensajero; mientras que 41% de los reactivos, los estudiantes del grupo experimental, mostraron dificultad en identificar los conceptos de: Biodiversidad, energía, fórmula química, enzima, metabolismo, organismo fotótrofo y fotosíntesis.

Por último, ambos grupos coincidieron en el 14% de los reactivos donde obtuvieron la misma frecuencia de respuestas incorrectas, es decir, no identificaron correctamente los conceptos de moléculas transportadoras de la energía, la función de la respiración en los seres vivos y la función de un gen.

Los resultados obtenidos por ambos grupos no difieren en mucho en cuanto al manejo erróneo de los contenidos declarativos sobre metabolismo en la fase de pre-evaluación, como se muestra en la Tabla 28, que condensa los resultados generales obtenidos con el CCDM.

	Evaluación de los estudiantes en la fase de ORE-EVALUACIÓN	Reactivos que se contestaron correctamente por más del 50% de los estudiantes	Reactivos que se contestaron incorrectamente por más del 50% de los estudiantes	<b>Promedio Grupal</b>	Comparación de las respuestas correctas donde se obtuvo ventaja	Comparación de las respuestas incorrectas donde se obtuvo ventaja	Reactivos que mostraron coincidencias en las frecuencias de respuestas correctas	Reactivos que mostraron coincidencias en las frecuencias de respuestas incorrectas
<b>Grupo Control</b>	100% (20 de 20) Calificación no aprobatoria	32% (7 de 22) Los reactivos son: 1,2,8,12,13,14 y 19	64% (14 de 22) Los reactivos son: 3,4,5,6,7,9,11,15,16,17,18,20,21 y 22	3.95	55% (12 de 22) Los reactivos son: 2,4,5,9,11,12,14,17,18,19,20 y 22	45% (10 de 22) Los reactivos son: 1,3,6,7,8,10,13,15,16 y 21	14% Los reactivos son: 6,8,y 10	14% Los reactivos son: 9,20 y 22
<b>Grupo Experimental</b>	95% (18 de 19) Calificación no aprobatoria	32% (7 de 22) Los reactivos son: 1,2,8,10,12,13 y 14	68% (15 de 22) Los reactivos son: 3,4,5,6,7,9,11,15,16,17,18,19,20,21 y 22	3.94	32% (7 de 22) Los reactivos son: 1,3,7,13,15,16 y 21	41% (9 de 22) Los reactivos son: 2,4,5,11,12,14,17,18 y 19	14% Los reactivos son: 6,8 y 10	14% Los reactivos son: 9,20 y 22

Tabla 28. Resultados generales del Cuestionario de Conocimientos Declarativos sobre Metabolismo en la fase de pre-evaluación

#### 4.2.2 Análisis estadístico con la prueba *t* de Student para la igualdad de las muestras

La investigación requirió de un primer análisis realizado con la prueba *t* de Student para la igualdad de las muestras. El objetivo de este análisis fue comparar el dominio de conocimientos declarativos en relación al tema de metabolismo en el grupo control y experimental antes de aplicar la estrategia didáctica.

Esta prueba se utilizó para determinar qué tan homogéneos o heterogéneos fueron ambos grupos de investigación en cuanto al manejo correcto de los conceptos sobre metabolismo en la fase inicial de la investigación (pre-evaluación). Para esta prueba se consideró las calificaciones obtenidas en la pre-evaluación del CCDM, concentrados en la Tabla 29.

TABLA DE CALIFICACIONES GRUPO CONTROL			TABLA DE CALIFICACIONES GRUPO EXPERIMENTAL		
ALUMNO	NÚMERO DE ACIERTOS	CALIFICACIÓN en el pre-evaluación	ALUMNO	NÚMERO DE ACIERTOS	CALIFICACIÓN en el pre-evaluación
1	8	4	1	9	4
2	4	2	2	7	3
3	7	3	3	8	4
4	8	4	4	7	3
5	6	3	5	8	4
6	9	4	6	7	3
7	11	5	7	6	3
8	9	4	8	8	4
9	10	5	9	7	3
10	10	5	10	9	4
11	10	5	11	9	4
12	9	4	12	8	4
13	8	4	13	12	5
14	10	5	14	10	5
15	7	3	15	8	4
16	9	4	16	9	4
17	10	5	17	11	5
18	11	5	18	7	3
19	12	5	19	14	6
20	10	5			

Tabla 29. Calificaciones de la pre-evaluación en los grupos control y experimental obtenidas en el CCDM

Los resultados del análisis con la prueba *t* de Student para la igualdad de las muestras se registran en la tabla 30.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba <i>t</i> para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típico de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Calificación final	Se han asumido varianzas iguales	.486	.490	.904	37	.372	.25263	.27942	-.31353	.81879
	No se han asumido varianzas iguales			.905	37.000	.371	.25263	.27903	-.31274	.81800

Tabla 30. Resultados de la prueba *t* de Student para la igualdad de muestras en la fase de pre-evaluación de los grupos experimental y control

	Grupos	N	Media	Desviación típica	Error típico de la media
Calificación final	Grupo control	20	4.2000	.89443	.20000
	Grupo experimental	19	3.9474	.84811	.19457

Tabla 31. Datos estadísticos de la prueba *t* de Student para la igualdad de muestras en la pre-evaluación

Con base en los valores de las Tablas 30 y 31 resaltamos que en la prueba *t* para la igualdad de medias ( $t = gl$ ),  $t_c = 0.904$ ;  $gl = 37$ ;  $p \leq 0.05$ , se concluye que no hubo diferencias significativas en los resultados, es decir, ambos grupos inician la investigación con conocimientos homogéneos en metabolismo.

	Resultados de la prueba <i>t</i> para igualdad de medias PRE- EVALUACIÓN
Grupo Control	T= 0.904 gl= 37 P= <0.05
Grupo Experimental	NO HAY DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS  Ambos grupos iniciaron la investigación en condiciones homogéneas en cuanto a conocimientos de tipo declarativos.

Tabla 32. Análisis global de la pre-evaluación con la prueba *t* de student para la igualdad de las muestras.

### 4.2.3 Resultados de la post-evaluación

Al culminar la intervención pedagógica, nuevamente se utilizó el CCDM para medir los logros.

#### 4.2.3.1 Grupo control

##### A. Calificaciones obtenidas por estudiante

Con base en el número de aciertos en el CCDM, el grupo control, finalizó la investigación logrando las siguientes calificaciones en la post-evaluación (ver Tabla 33)

Estudiantes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Aciertos	13	15	14	16	12	12	18	13	14	14	17	11	14	15	18	12	15	13	12	12
Calificación POST-EVALUACIÓN Grupo control	6	7	6	7	5	5	8	6	6	6	8	5	6	7	8	5	7	6	5	5

Tabla 33. Calificaciones obtenidas en el CCDM por el grupo control en la post-evaluación

Calificaciones del CCDM en el grupo experimental. Fase de POST-EVALUACIÓN			
CALIFICACIÓN	NÚMERO DE ALUMNOS	No. DE REACTIVOS CORRECTOS	PORCENTAJE
Cinco	6	10 - 12	30
Seis	7	13 - 14	35
Siete	4	15 - 16	20
Ocho	3	17 - 18	15

Tabla 34. Resume las evaluaciones del grupo control en la post-evaluación

Los datos de las Tablas 33 y 34 muestran que 70% de los estudiantes aprobó el CCDM obteniendo una calificación mínima aprobatoria de seis y la máxima de ocho, también se registró a seis alumnos con calificación de cinco al obtener entre 10 y 12 reactivos correctos. Al entrevistar a la profesora titular del grupo manifiesta que "...son chicos faltistas, impuntuales y con apatía hacia el trabajo". La profesora procuró darles varias oportunidades para aprobar el semestre, sin embargo, las amistades y conflictos (peleas con padres, los divorcios, conflictos con el novio y el trabajo) fueron situaciones que afectaron a los adolescentes e impidieron que se involucraran 100% en la clase de

Biología III (Palacios, 2008)<sup>3</sup>. En las evaluaciones formativas del grupo lograron calificaciones (entre 3 y 10) y al final del semestre algunos lograron acreditar con 7, 8, 9 y 10, mientras que otros no (6). El instrumento de evaluación se aplicó al grupo días después de haberse empleado con el grupo experimental, porque se requirió más tiempo para culminar el estudio de la unidad y por las constantes inasistencias de los estudiantes. Cabe mencionar que cuando se aplicó el CCDM, se percibió desinterés por parte de los estudiantes, debido a que no formó parte de la evaluación con la profesora titular y algunos de ellos terminaron pronto la resolución del instrumento.

## B. Resultados por reactivo del CCDM

La Tabla 35, presenta las respuestas correctas e incorrectas por reactivo del CCDM, sus frecuencias y porcentajes obtenidos por el grupo control.

No. de Reactivo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Respuestas correctas	14	17	9	14	12	12	10	13	16	11	12	15	7	18	10	11	7	13	15	15	13	15
Respuestas incorrectas	6	3	11	6	8	8	10	7	4	9	8	5	13	2	10	9	13	7	5	5	7	5
Porcentaje Respuestas correctas	70	85	45	70	60	60	50	65	80	55	60	75	35	90	50	55	35	65	75	75	65	75
Porcentaje Respuestas incorrectas	30	15	55	30	40	40	50	35	20	45	40	25	65	10	50	45	65	35	25	25	35	25

Tabla 35. Frecuencias y porcentajes obtenidos en el CCDM, por el grupo control en la post-evaluación

## C. Respuestas correctas

En 17 reactivos (1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 19, 20, 21, y 22), que conformaron el 77% del instrumento CCDM, más del 55% de los estudiantes del grupo control, respondieron correctamente a las preguntas relacionadas con los conceptos de célula, biodiversidad, energía, fórmula química, energía de activación, leyes de la termodinámica, moléculas portadoras de energía, proteína, enzimas, metabolismo,

<sup>3</sup> Profesora del CCH Naucalpan

organismos quimiótrofos, glucólisis, fase luminosa de la fotosíntesis, respiración celular, proceso de traducción y gen.

#### **D. Respuestas incorrectas**

En 3 reactivos (3, 13, y 17), que conformaron un 14%, el grupo control tuvo dificultad en identificar las respuestas correctas, es decir, más del 50% de los estudiantes no lograron identificar cuáles son las características de los organismos fotosintéticos, la función de las enzimas y una de las características de los organismos autótrofos. Por último, en los reactivos 7 y 15 obtuvieron la misma frecuencia de respuestas correctas e incorrectas, es decir, 50% de la población identificó que las reacciones que liberan energía se llaman exergónicas y otro 50% respondió correctamente lo que era una ruta metabólica.

Finalmente, concluimos que las estrategias abordadas por la profesora titular del grupo control también tuvieron consecuencias favorables en el aprendizaje de la Unidad I de Biología III; a pesar de las inasistencias y apatía hacia el trabajo, ya que los estudiantes lograron responder correctamente el 77% de los reactivos del CCDM. La profesora utilizó como estrategia de enseñanza-aprendizaje las prácticas de laboratorio, los cuestionarios y su discusión, que autores como Carretero (2001) y Díaz Barriga (2002), ubican como estrategias de aprendizaje constructivistas. Aunque es conveniente implementar diversas formas de trabajo en la asignatura, para atender a las distintas preferencias didácticas de los estudiantes y no encasillarnos con algunas.

### 4.2.3.2 Grupo experimental

#### A. Calificaciones obtenidas por estudiante

Las calificaciones con las que finalizó el grupo experimental se concentran en la Tabla 36; éstas se asignaron de acuerdo al número de aciertos obtenidos por estudiante.

Estudiante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Aciertos	21	17	18	15	17	21	19	16	17	16	13	17	17	13	19	16	19	18	21
Calificación POST-EVALUACIÓN Grupo Experimental	10	8	8	7	8	10	9	7	8	7	6	8	8	6	9	7	9	8	10

Tabla 36. Calificaciones obtenidas por estudiante en el CCDM en el grupo experimental en la post-evaluación

Calificaciones del CCDM en el grupo experimental. Fase de POST-EVALUACIÓN			
CALIFICACIÓN	NÚMERO DE ALUMNOS	No. DE REACTIVOS CORRECTOS	PORCENTAJE
10	3	21 - 22	16
9	3	19 - 20	16
8	7	17 - 18	37
7	4	15 - 16	21
6	2	13 - 14	11

Tabla 37. Resume las calificaciones obtenidas por el grupo experimental en el post-evaluación

Las Tablas 36 y 37, se observa que el 100% de los estudiantes, al final de la intervención pedagógica aprobaron el CCDM; con una calificación mínima de seis, y la máxima de diez, aunque la mayoría logró acreditar con ocho. En este caso y al igual que el grupo control, las estrategias constructivistas favorecieron al aprendizaje de los conceptos.

#### B. Resultados por reactivo del CCDM

En esta sección se aprecian los resultados obtenidos por el grupo experimental en cada reactivo del CCDM, considerando sus respuestas correctas e incorrectas (ver Tabla 38).

No. de Reactivo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Frecuencia Respuestas Correctas	19	16	10	18	8	19	15	14	19	13	16	18	12	19	13	17	6	18	13	15	16	17
Frecuencia Respuestas incorrectas	0	3	9	1	11	0	4	5	0	6	3	1	7	0	6	2	13	1	6	4	3	2
Porcentaje Respuestas Correctas	100	84	53	95	42	100	79	74	100	68	84	95	63	100	68	89	32	95	68	79	84	89
Porcentaje Respuestas Incorrectas	0	16	47	5	58	0	21	26	0	32	16	5	37	0	32	11	68	5	32	21	16	11

Tabla 38. Resultados del CCDM en el grupo experimental en la post-evaluación

### C. Respuestas correctas

En 20 reactivos (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, y 22), que conforman el 86% de los reactivos del CCDM, más del 53% de los estudiantes del grupo control logró dar respuestas correctas, ya que lograron identificar los conceptos relacionados con la célula, biodiversidad, fotosíntesis, energía, energía de activación, reacciones exergónicas, leyes de la termodinámica, moléculas portadoras de energía, proteína, enzimas, metabolismo, ruta metabólica, organismos quimiótrofos, glucólisis, respiración celular, proceso de traducción y qué es un gen.

### D. Respuestas incorrectas

Sólo en 2 reactivos 5 y 17 (9%) del CCDM, registraron más del 50% de respuestas incorrectas. Los estudiantes no identificaron las características de una fórmula química y las de los organismos fotosintéticos.

En resumen, 19 estudiantes al final del estudio, lograron aprobar el CCDM, indicando con ello que las estrategias que se proponen favorece la comprensión de los conceptos relacionados con el tema de metabolismo.

### 4.2.3.3 Comparación grupo control vs grupo experimental

#### A. Comparación de las calificaciones

Se compararon las calificaciones de ambos grupos en la post-evaluación para identificar similitudes y diferencias en cuanto a comportamiento final de los grupos. Los resultados se presentan en la Tabla 39.

Alumnos CALIFICACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
GRUPO CONTROL	6	7	6	7	5	5	8	6	6	6	8	5	6	7	8	5	7	6	5	5
GRUPO EXPERIMENTAL	10	8	8	7	8	10	9	7	8	7	6	8	8	6	9	7	9	8	10	

Tabla 39. Calificaciones obtenidas en la post-evaluación por los grupos experimental y control

CALIFICACIÓN Del CCDM POST-EVALUACIÓN	CINCO	SEIS	SIETE	OCHO	NUEVE	DIEZ
Frecuencia de estudiantes del GRUPO CONTROL	6	7	4	3	0	0
Frecuencia de estudiantes del GRUPO EXPERIMENTAL	0	2	4	7	3	3
Porcentaje GRUPO CONTROL	30	35	20	15	0	0
Porcentaje GRUPO EXPERIMENTAL	0	11	21	37	16	16

Tabla 40. Calificaciones, frecuencias y porcentajes obtenidos en el CCDM, en la fase de post-evaluación en los grupos experimental y control

En esta etapa de la investigación (post-evaluación) la calificación mínima fue de cinco y la máxima de diez. El grupo control presentó 23% de casos no aprobados y los aprobados obtuvieron calificaciones entre seis y ocho. En el grupo experimental el 100% logró resultados aprobatorios que fueron desde seis a diez. Conclusión, hubo una mejor respuesta por parte del grupo experimental y se considera que es debido a la influencia de las estrategias de enseñanza constructivistas (ver Tabla 40).

## B. Comparación de los promedios grupales

La Tabla 41, muestra que el grupo experimental obtuvo ventaja ante el grupo control, con una diferencia de 1.85 puntos.

Promedio GRUPO CONTROL Post-evaluación	Promedio GRUPO EXPERIMENTAL Post-evaluación
124/ 20	153/19
6.20	8.05

Tabla 41. Promedio grupal en la post-evaluación derivado de las calificaciones del CCDM

## C. Comparación por reactivo del CCDM

La Tabla 42, muestra las respuestas correctas e incorrectas (sus frecuencias y porcentajes) de cada reactivo del CCDM, en los grupos experimental y control al final de la intervención pedagógica.

No. de Reactivo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Frecuencias Respuestas Correctas Grupo Control	14	17	9	14	12	12	10	13	16	11	12	15	7	18	10	11	7	13	15	15	13	15
Frecuencias Respuestas Correctas Grupo Experimental	19	16	10	18	8	19	15	14	19	13	16	18	12	19	13	17	6	18	13	15	16	17
Frecuencias Respuestas Incorrectas Grupo Control	6	3	11	6	8	8	10	7	4	9	8	5	13	2	10	9	13	7	5	5	7	5
Frecuencias Respuestas Incorrectas Grupo Experimental	0	3	9	1	11	0	4	5	0	6	3	1	7	0	6	2	13	1	6	4	3	2
Porcentaje Respuestas Correctas Grupo Control	70	85	45	70	60	60	50	65	80	55	60	75	35	90	50	55	35	65	75	75	65	75
Porcentaje Respuestas Correctas Grupo Experimental	100	84	53	95	42	100	79	74	100	68	84	95	63	100	68	89	32	95	68	79	84	89
Porcentaje Respuestas Incorrectas Grupo Control	30	15	55	30	40	40	50	35	20	45	40	25	65	10	50	45	65	35	25	25	35	25
Porcentaje Respuestas Incorrectas Grupo Experimental	0	16	47	5	58	0	21	26	0	32	16	5	37	0	32	11	68	5	32	21	16	11

Tabla 42. Respuestas correctas e incorrectas obtenidas por el grupo experimental y control en el CCDM en la post-evaluación.

#### **D. Comparación de las respuestas correctas**

Al comparar las frecuencias de las respuestas correctas del CCDM en ambos grupos de investigación, se encontró que el grupo control logró superar al grupo experimental en 4 reactivos (2, 5, 17 y 19), este 18% de los reactivos se relacionó con los conceptos de biodiversidad, fórmula química, organismos autótrofos y fotosíntesis. Mientras que el grupo experimental superó en un 77% al grupo control al resolver correctamente los reactivos que se relacionaron con los conceptos de célula, características de los organismos fotosintéticos, energía, energía de activación, reacciones exergónicas, leyes de la termodinámica, moléculas portadoras de energía, proteínas, enzimas, ruta metabólica, organismos quimiótrofos, glucólisis, proceso de traducción y gen. En el reactivo 20 se encontró una similitud en la frecuencia de respuestas correctas por parte de los estudiantes de cada grupo, al contestar que los seres vivos respiran para obtener energía.

Se concluye que en esta fase ambos grupos en general incrementaron el número de sus respuestas correctas después de haber estudiado la Unidad I de Biología III. Resaltamos que en 4 reactivos (1, 6, 9, 14), 100% de los estudiantes del grupo experimental logró identificar que la célula es la unidad fundamental de los seres vivos; que las reacciones químicas requieren de la energía de activación para ponerse en marcha; que las moléculas encargadas de transferir la energía en las células son el ATP, NAD<sup>+</sup>, FAD, y por último, identificaron que el metabolismo es el conjunto de reacciones que suceden en los seres vivos y que son catalizadas por las enzimas.

#### **E. Comparación de las respuestas incorrectas**

Al comparar las respuestas incorrectas en ambos grupos, se encontró que el grupo control obtuvo en 18 reactivos (1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, y 22), que conformaron el 82% lograron obtener mayor frecuencia de respuestas incorrectas que se relacionaron con los conceptos de: célula, organismos fotosintéticos,

energía, energía de activación, reacciones exergónicas, leyes de la termodinámica, moléculas portadoras de energía, proteínas, enzimas, rutas metabólicas, organismos quimiótrofos, glucólisis, respiración celular, proceso de traducción y gen, es decir, los estudiantes mostraron dificultad por identificar las respuestas correctas, y en el caso del grupo experimental respondió incorrectamente al 9% de los reactivos (5 y 19), que hicieron referencia a las características de una fórmula química y al proceso de la fase luminosa de la fotosíntesis, es decir, en estos conceptos los estudiantes mostraron poco aprendizaje.

Finalmente, ambos grupos coincidieron en el 9% de los reactivos (2 y 17), al obtener la misma frecuencia de respuestas incorrectas; es decir, se les dificultó identificar el concepto de biodiversidad y que los organismos autótrofos utilizan como fuente de carbono al  $\text{CO}_2$  a partir del cual sintetizan con energía lumínica moléculas orgánicas.

Los resultados en esta fase fueron satisfactorios, aunque “Es necesario mejorar la calidad de los aprendizajes y buscar mayores niveles de egreso, particularmente en el turno vespertino. Para lograrlo se requiere acompañar las acciones...con estrategias que nos acerquen a un conocimiento más consistente del aprendizaje” (Plan general de desarrollo 2006-2010:7)

Con base en los resultados del CCDM, se concluye que el grupo experimental, logró un mejor dominio de los conceptos abstractos abordados en el tema de metabolismo. (Ver Tabla 43).

En la siguiente página se presentan los resultados del CCDM, de forma general para una buena a precisión de los resultados.

	Evaluación de los estudiantes en la fase de POST-EVALUACIÓN	Reactivos que se contestaron correctamente por más del 50% de los estudiantes	Reactivos que se contestaron incorrectamente por más del 50% de los estudiantes	Promedio grupal	Comparación de las respuestas correctas en ambos grupos donde se obtuvo ventaja	Comparación de las respuestas incorrectas en ambos grupos donde se obtuvo ventaja	Reactivos que mostraron coincidencias en las frecuencias de respuestas correctas	Reactivos que mostraron coincidencias en las frecuencias de respuestas incorrectas
<b>Grupo Control</b>	70% (14 de 20) Obtuvieron calificación aprobatoria	77% (17 de 22)  * Los reactivos 7 y 15 obtuvieron la misma frecuencia de respuestas correctas e incorrectas.	14% (3 de 22) En los reactivos: 3,13, y 17.	6.20	18% (4 de 22) En los reactivos: 2,5,17 y 19	82 % (18 de 22) En los reactivos: 1,3,4,6,7,8,9,10, 11, 12,13,14,15,16, 18,20, 21 y 22	5% En el reactivo 20	9% En los reactivos: 2 y 17
<b>Grupo Experimental</b>	100% (19 de 19) Obtuvieron calificación aprobatoria	91% (20 de 22)	9% (2 de 22) En los reactivos: 5 y 17	8.05	77% (17 de 22) En los reactivos: 1,3,4,6,8,9,10,11, 12, 13,14,15,16,18,21 y 22	9% (2 de 22) En los reactivos: 5 y 19	5% En el reactivo 20	9% En los reactivos: 2 y 17

Tabla 43. Resultados generales obtenidos en el Cuestionario de Conocimientos Declarativos sobre Metabolismo en la fase de post-evaluación

#### 4.2.4 Análisis estadístico con la prueba *t* de Student para muestras independientes

Se realizó un segundo análisis con la prueba *t* de Student para muestras independientes, con el fin de detectar las diferencias significativas en las calificaciones, obtenidas de la pre-evaluación y post-evaluación en ambos grupos de investigación (Ver Tabla 44).

Para este análisis se plantearon las siguientes hipótesis

**H<sub>0</sub>:** La diferencia en la calificación promedio del grupo control es mayor o igual a la diferencia en la calificación promedio del grupo experimental.

**H<sub>a</sub>:** La diferencia en la calificación promedio del grupo control es menor a la diferencia en la calificación promedio del grupo experimental.

Para la aceptación o rechazo de las hipótesis se aplicó la siguiente regla:

$$t_{\text{calculada}} > t_{\text{esperada}} \rightarrow H_0; \quad t_{\text{calculada}} < t_{\text{esperada}} \rightarrow H_a.$$

TABLA DE CALIFICACIONES GRUPO CONTROL			TABLA DE CALIFICACIONES GRUPO EXPERIMENTAL		
No. de alumnos	Calif. final - Calif. Inicial	Diferencia de las evaluaciones	No. de alumnos	Calif. final - Calif. Inicial	Diferencia de las evaluaciones
1	6 - 4	2	1	10 - 4	6
2	7 - 2	5	2	8 - 3	5
3	6 - 3	3	3	8 - 4	4
4	7 - 4	3	4	7 - 3	4
5	5 - 3	2	5	8 - 4	4
6	5 - 4	1	6	10 - 3	7
7	8 - 5	3	7	9 - 3	6
8	6 - 4	2	8	7 - 4	3
9	6 - 5	1	9	8 - 3	5
10	6 - 5	1	10	7 - 4	3
11	8 - 5	3	11	6 - 4	2
12	5 - 4	1	12	8 - 4	4
13	6 - 4	2	13	8 - 5	3
14	7 - 5	2	14	6 - 5	1
15	8 - 3	5	15	9 - 4	5
16	5 - 4	1	16	7 - 4	3
17	7 - 5	2	17	9 - 5	4
18	6 - 5	1	18	8 - 3	5
19	5 - 5	0	19	10 - 6	4
20	5 - 5	0			

Tabla 44. Información necesaria para efectuar el análisis con la prueba *t* de Student para muestras independientes

Los resultados de la prueba  $t$  aplicada a los grupos experimental y control se muestran en el siguiente cuadro.

	Promedio GRUPO CONTROL	Promedio GRUPO EXPERIMENTAL	t-calculada	g.l.	$p$
Datos	2.000000	4.105263	-4.65339	37	0.000041

Tabla 45. Resultados de la prueba  $t$  para muestras independientes aplicada al grupo experimental y control.

Se observa que el grupo experimental obtuvo un incremento mayor en sus calificaciones al obtener un promedio de 4.1 en comparación con el grupo control que logró un promedio de 2.0. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) en favor de la hipótesis alternativa ( $H_a$ ), con un error de 0.041%, lo que nos demuestra que la estrategia didáctica con un enfoque constructivista para la enseñanza del tema metabolismo incidió favorablemente en el aprendizaje de los estudiantes del grupo experimental con una diferencia significativa con respecto al grupo control (Hernández, y cols., 2003).

	Resultados de la prueba $t$ para muestras independientes POST- EVALUACIÓN
Grupo Control	Promedio=2.0
Grupo Experimental	Promedio= 4.1 HAY UNA DIFERENCIA SIGNIFICATIVA Por lo que la propuesta constructivista incidió en el aprendizaje de los estudiantes

Tabla.46. Resultados de la prueba estadística  $t$  de Student

#### 4.2.5 Análisis estadístico con la prueba de la ji cuadrada ( $\chi^2$ )

Se utilizó una segunda prueba estadística para realizar un análisis reactivo por reactivo y así para detectar conceptos que presentaron dificultad para el aprendizaje.

Las hipótesis planteadas fueron:

***Ho:*** La propuesta constructivista no permitirá incrementar el número de aciertos de los estudiantes al finalizar la intervención pedagógica.

***Ha:*** La propuesta constructivista permitirá incrementar el número de aciertos de los estudiantes al finalizar la intervención pedagógica.

Inicialmente se registró de manera grupal las respuestas correctas e incorrectas obtenidas en la pre y post-evaluación (frecuencias empíricas observadas). Posteriormente se calcularon las frecuencias teóricas para finalmente obtener el valor de la ji cuadrada. El procedimiento de este análisis se expuso en el capítulo III, en la parte correspondiente a la metodología del trabajo de investigación.

Se calculó los grados de libertad de que fue de 1. Con este dato se consultaron las tablas de la ji cuadrada, de Pearson-Hartley, y se eligió un valor de  $p \leq 0.05$  que nos llevó al valor de ji cuadrado ( $\chi^2$ ) de 3.841.

Finalmente se estableció la siguiente condición:

***$\chi^2 \leq 3.841$  No hay diferencias***

***$\chi^2 > 3.841$  Hay diferencias***

A continuación se presentan las tablas de contingencia del grupo experimental, del grupo control y por género.

### 4.2.5.1 Grupo control

No de pregunta	Tipo de respuesta	Frecuencias empíricas observadas GRUPO CONTROL PRE-EVALUACIÓN	Frecuencias empíricas observadas GRUPO CONTROL POST-EVALUACIÓN	Frecuencias Teóricas	Frecuencias Teóricas	ji cuadrado $\chi^2$
1	Correctas	12	14	13	13	0.43956044
	Incorrectas	8	6	7	7	
2	Correctas	14	17	15.5	15.5	1.29032258
	Incorrectas	6	3	4.5	4.5	
3	Correctas	2	9	5.5	5.5	*6.14420063
	Incorrectas	18	11	14.5	14.5	
4	Correctas	9	14	11.5	11.5	2.55754476
	Incorrectas	11	6	8.5	8.5	
5	Correctas	8	12	10	10	1.6
	Incorrectas	12	8	10	10	
6	Correctas	6	12	9	9	3.63636364
	Incorrectas	14	8	11	11	
7	Correctas	7	10	8.5	8.5	0.92071611
	Incorrectas	13	10	11.5	11.5	
8	Correctas	16	13	14.5	14.5	1.12852665
	Incorrectas	4	7	5.5	5.5	
9	Correctas	4	16	10	10	*14.4
	Incorrectas	16	4	10	10	
10	Correctas	10	11	10.5	10.5	0.10025063
	Incorrectas	10	9	9.5	9.5	
11	Correctas	6	12	9	9	3.63636364
	Incorrectas	14	8	11	11	
12	Correctas	14	15	14.5	14.5	0.12539185
	Incorrectas	6	5	5.5	5.5	
13	Correctas	11	7	9	9	1.61616162
	Incorrectas	9	13	11	11	
14	Correctas	15	18	16.5	16.5	1.55844156
	Incorrectas	5	2	3.5	3.5	
15	Correctas	2	10	6	6	*7.61904762
	Incorrectas	18	10	14	14	
16	Correctas	3	11	7	7	*7.03296703
	Incorrectas	17	9	13	13	
17	Correctas	5	7	6	6	0.47619048
	Incorrectas	15	13	14	14	
18	Correctas	6	13	9.5	9.5	*4.9122807
	Incorrectas	14	7	10.5	10.5	
19	Correctas	12	15	13.5	13.5	1.02564103
	Incorrectas	8	5	6.5	6.5	
20	Correctas	6	15	10.5	10.5	*8.12030075
	Incorrectas	14	5	9.5	9.5	
21	Correctas	1	13	7	7	*15.8241758
	Incorrectas	19	7	13	13	
22	Correctas	8	15	11.5	11.5	*5.01278772
	Incorrectas	12	5	8.5	8.5	

Tabla 47. De contingencia muestra el análisis estadístico por reactivo en el CCDM en el grupo control

Nota: \* Los datos muestran una diferencia significativa

La Tabla 47, muestra los resultados por reactivo del CCDM obtenidos por el grupo control. Se observa que 36% de los reactivos (3, 9, 15, 16, 18, 20, 21 y 22) registraron diferencias significativas entre la pre y post-evaluación. Es decir, obtuvieron una  $\chi^2$  mayor a 3.841, cosa que no sucedió con 64% de los reactivos (14 de 22).

Los estudiantes del grupo control lograron identificar correctamente los siguientes contenidos:

1. Que las plantas son organismos pluricelulares que extraen, transforman y usan la energía de su entorno y el  $\text{CO}_2$  como fuente de carbono.
2. El ATP,  $\text{NAD}^+$ , FAD, son “Moléculas portadoras de energía” que usan las células para transferir la energía.
3. Las rutas metabólicas se conforman de miles de reacciones químicas catalizadas por enzimas y organizadas en secuencias y sitios diferentes en el interior de las células, donde el producto de una reacción pasa a ser el reactivo de la siguiente.
4. Los quimiótrofos son organismos que obtienen su energía a partir de una fuente química
5. La glucólisis se realiza en el citoplasma celular.
6. Los seres vivos respiran para obtener energía.
7. La traducción es el mecanismo por el cual la secuencia de nucleótidos en el RNA mensajero dicta la secuencia en la que se unen los aminoácidos en una proteína.
8. Un gen codifica la información para la síntesis de una proteína.

#### 4.2.5.2 Grupo experimental

No. de reactivo	Tipo de respuesta	Frecuencias empíricas observadas GRUPO EXPERIMENTAL PRE-EVALUACIÓN	Frecuencias empíricas observadas GRUPO EXPERIMENTAL POST-EVALUACIÓN	Frecuencias teóricas	Frecuencias teóricas	Ji cuadrado $\chi^2$
1	Correctas	16	19	17.5	17.5	3.25714286
	Incorrectas	3	0	1.5	1.5	
2	Correctas	12	16	14	14	2.17142857
	Incorrectas	7	3	5	5	
3	Correctas	4	10	7	7	*4.07142857
	Incorrectas	15	9	12	12	
4	Correctas	6	18	12	12	*16.2857143
	Incorrectas	13	1	7	7	
5	Correctas	6	8	7	7	0.45238095
	Incorrectas	13	11	12	12	
6	Correctas	6	19	12.5	12.5	*19.76
	Incorrectas	13	0	6.5	6.5	
7	Correctas	8	15	11.5	11.5	*5.39710145
	Incorrectas	11	4	7.5	7.5	
8	Correctas	16	14	15	15	0.63333333
	Incorrectas	3	5	4	4	
9	Correctas	3	19	11	11	*27.6363636
	Incorrectas	16	0	8	8	
10	Correctas	10	13	11.5	11.5	0.99130435
	Incorrectas	9	6	7.5	7.5	
11	Correctas	3	16	9.5	9.5	*17.7894737
	Incorrectas	16	3	9.5	9.5	
12	Correctas	10	18	14	14	*8.68571429
	Incorrectas	9	1	5	5	
13	Correctas	12	12	12	12	0
	Incorrectas	7	7	7	7	
14	Correctas	12	19	15.5	15.5	*8.58064516
	Incorrectas	7	0	3.5	3.5	
15	Correctas	5	13	9	9	*6.75555556
	Incorrectas	14	6	10	10	
16	Correctas	9	17	13	13	*7.79487179
	Incorrectas	10	2	6	6	
17	Correctas	3	6	4.5	4.5	1.31034483
	Incorrectas	16	13	14.5	14.5	
18	Correctas	4	18	11	11	*21.1590909
	Incorrectas	15	1	8	8	
19	Correctas	5	13	9	9	*6.75555556
	Incorrectas	14	6	10	10	
20	Correctas	5	15	10	10	*10.5555556
	Incorrectas	14	4	9	9	
21	Correctas	2	16	9	9	*20.6888889
	Incorrectas	17	3	10	10	
22	Correctas	7	17	12	12	*11.3095238
	Incorrectas	12	2	7	7	

Tabla 48. De contingencia muestra el análisis estadístico por reactivo del CCDM en el grupo experimental

Los resultados del grupo experimental se observan en la Tabla 48, en el que se aprecia que el 68% (3, 4, 6, 7, 9, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, y 22) de los reactivos existieron diferencias significativas entre la pre-evaluación y la post-evaluación, debido a que los valores de  $\chi^2$  cuadrada fueron mayores al valor de 3.841 ( $\chi^2 > 3.841$ ), con un valor de  $p \leq 0.05$ , por lo tanto hubo aprendizaje. En 32% (1, 2, 5, 8, 10, 13, y 17) los resultados fueron menores al valor obtenido de las tablas de distribución de  $\chi^2$  cuadrada de Pearson-Hartley (Escotet, 1982).

En conclusión los estudiantes mejoraron su desempeño en los siguientes conocimientos:

1. Las plantas son organismos pluricelulares que extraen, transforman y usan la energía de su entorno y el  $\text{CO}_2$  como fuente de carbono.
2. La energía se define como la capacidad de realizar trabajo.
3. La energía de activación es el aporte que requieren las reacciones químicas para ponerse en marcha.
4. Las reacciones exergónicas son las que liberan energía.
5. Las moléculas portadoras de energía son las que usan las células para transferir la energía.
6. En una reacción enzimática consta de una proteína, sitio activo y productos.
7. Una enzima proporciona la energía necesaria para descomponer o sintetizar una molécula con mayor facilidad.
8. El metabolismo se compone por el conjunto de reacciones que suceden en un ser vivo catalizadas por las enzimas.
9. Las reacciones organizadas en secuencias y sitios diferentes donde el producto de una reacción pasa a ser el reactivo de la siguiente se conoce como rutas metabólicas.
10. Los quimiótrofos son organismos que obtienen su energía a partir de una fuente química.
11. La glucólisis se realiza en el citoplasma celular.

12. La ruptura de la molécula del agua en la fase luminosa libera electrones.
13. Los seres vivos respiran para obtener energía.
14. La traducción es el mecanismo por el cual la secuencia de nucleótidos en el RNA mensajero dicta la secuencia en la que se unen los aminoácidos en una proteína.
15. Un gen es un segmento de DNA que codifica la información para la síntesis de una proteína.

#### 4.2.5.3 Comparación de las $\chi^2$ : grupo control vs grupo experimental

NO. DE PREGUNTA	$\chi^2$ GRUPO CONTROL	$\chi^2$ GRUPO EXPERIMENTAL
1	0.43956044	3.25714286
2	1.29032258	2.17142857
3	*6.14420063	*4.07142857
4	2.55754476	*16.2857143
5	1.6	0.45238095
6	3.63636364	*19.76
7	0.92071611	*5.39710145
8	1.12852665	0.63333333
9	*14.4	*27.6363636
10	0.10025063	0.99130435
11	3.63636364	*17.7894737
12	0.12539185	*8.68571429
13	1.61616162	0
14	1.55844156	*8.58064516
15	*7.61904762	*6.75555556
16	*7.03296703	*7.79487179
17	0.47619048	1.31034483
18	*4.9122807	*21.1590909
19	1.02564103	*6.75555556
20	*8.12030075	*10.5555556
21	*15.8241758	*20.6888889
22	*5.01278772	*11.3095238

Cuadro 49. Comparación de la ji cuadrada  $\chi^2$ , por reactivo entre el grupo control vs grupo experimental

Al comparar los resultados de la *ji* cuadrada ( $\chi^2$ ), las cifras indican que el grupo experimental obtuvo mejores resultados ya que registró 68% (15 de 22) de los reactivos con un valor de la *ji* cuadrada mayor al 3.841, mientras que el grupo control logró sólo un 36% (8 de 22).

Ambos grupos coincidieron en 36% (8 de 22) de los reactivos (3, 9, 15, 16, 18, 20, 21, 22), es decir, los dos grupos lograron mejor desempeño en los siguientes conocimientos:

1. Que las plantas son organismos pluricelulares que extraen, transforman y usan la energía de su entorno y el  $\text{CO}_2$  como fuente de carbono.
2. El ATP,  $\text{NAD}^+$ , FAD, son “Moléculas portadoras de energía” que usan las células para transferir la energía.
3. Las rutas metabólicas se conforman de miles de reacciones químicas catalizadas por enzimas y organizadas en secuencias y sitios diferentes en el interior de las células, donde el producto de una reacción pasa a ser el reactivo de la siguiente.
4. Los quimiótrofos son organismos que obtienen su energía a partir de una fuente química
5. La glucólisis se realiza en el citoplasma celular.
6. Los seres vivos respiran para obtener energía.
7. La traducción es el mecanismo por el cual la secuencia de nucleótidos en el RNA mensajero dicta la secuencia en la que se unen los aminoácidos en una proteína.
8. Un gen codifica la información para la síntesis de una proteína.

Por los resultados anteriores, se acepta la hipótesis alterna (**Ha**), porque la prueba de la *ji* cuadrada ( $\chi^2$ ) demostró que al comparar la respuestas correctas e incorrectas en el pre y post evaluación, en cada reactivo, el grupo experimental logró una diferencia significativa en el 68% mientras que el grupo control solo fue en el 36%, ello indicó que las estrategias que se diseñaron para la intervención pedagógica favorecieron el estudio y aprendizaje de un tema complejo y abstracto como el metabolismo.

#### **4.2.5.4 Análisis estadístico de los resultados por género con la prueba de la ji Cuadrada ( $\chi^2$ )**

Para este análisis se utilizaron también las respuestas correctas e incorrectas del CCDM de los hombres y mujeres por separado para indagar si había diferencias significativas entre la pre y post-evaluación.

A continuación se presentan las hipótesis planteadas y los cuadros de contingencia de ambos géneros y grupos.

##### **4.2.5.4.1 Hombres del grupo control**

Para la población masculina las hipótesis fueron:

**H<sub>0</sub>:** Entre la población masculina no hay diferencias en las respuestas antes y después de desarrollar la propuesta didáctica con un enfoque constructivista.

**H<sub>a</sub>:** Entre la población masculina hay diferencias en las respuestas antes y después de desarrollar la propuesta didáctica con un enfoque constructivista.

No de pregunta	Tipo de respuesta	Respuestas Observadas GRUPO CONTROL PRE-EVALUACIÓN HOMBRE	Respuestas Observadas GRUPO CONTROL POST-EVALUACIÓN HOMBRE	Respuestas esperadas	Respuestas esperadas	Ji cuadrado $\chi^2$
1	Correctas	6	9	7.5	7.5	2.4
	Incorrectas	4	1	2.5	2.5	
2	Correctas	8	9	8.5	8.5	0.39215686
	Incorrectas	2	1	1.5	1.5	
3	Correctas	1	7	4	4	*7.5
	Incorrectas	9	3	6	6	
4	Correctas	5	5	5	5	0
	Incorrectas	5	5	5	5	
5	Correctas	3	8	5.5	5.5	*5.05050505
	Incorrectas	7	2	4.5	4.5	
6	Correctas	4	7	5.5	5.5	1.8181818182
	Incorrectas	6	3	4.5	4.5	
7	Correctas	5	7	6	6	0.83333333
	Incorrectas	5	3	4	4	
8	Correctas	9	7	8	8	1.25
	Incorrectas	1	3	2	2	
9	Correctas	3	8	5.5	5.5	*5.05050505
	Incorrectas	7	2	4.5	4.5	
10	Correctas	4	6	5	5	0.8
	Incorrectas	6	4	5	5	
11	Correctas	5	7	6	6	0.83333333
	Incorrectas	5	3	4	4	
12	Correctas	8	7	7.5	7.5	0.26666667
	Incorrectas	2	3	2.5	2.5	
13	Correctas	5	4	4.5	4.5	0.2020202
	Incorrectas	5	6	5.5	5.5	
14	Correctas	7	9	8	8	1.25
	Incorrectas	3	1	2	2	
15	Correctas	2	6	4	4	3.33333333
	Incorrectas	8	4	6	6	
16	Correctas	2	7	4.5	4.5	*5.05050505
	Incorrectas	8	3	5.5	5.5	
17	Correctas	1	3	2	2	1.25
	Incorrectas	9	7	8	8	
18	Correctas	3	6	4.5	4.5	1.81818182
	Incorrectas	7	4	5.5	5.5	
19	Correctas	5	8	6.5	6.5	1.97802198
	Incorrectas	5	2	3.5	3.5	
20	Correctas	3	7	5	5	3.2
	Incorrectas	7	3	5	5	
21	Correctas	1	5	3	3	3.80952381
	Incorrectas	9	5	7	7	
22	Correctas	2	6	4	4	3.33333333
	Incorrectas	8	4	6	6	

Tabla 50. De contingencia que muestra el análisis estadístico por reactivo del CCDM con base en las respuestas de los hombres del grupo control.

La Tabla 50, muestra que en el 18% de los reactivos (3, 5, 9 y 16), los resultados fueron significativos al tener una  $\chi^2 > 3.841$ , con un valor de  $p \leq 0.05$ .

Al finalizar la Unidad I de Biología III, los hombres del grupo control aprendieron que:

1. Las plantas son organismos que realizan fotosíntesis.

2. Una fórmula química está integrada por productos, reactivos y el tipo de energía.
3. Identificaron que el ATP, NAD<sup>+</sup>, FAD son moléculas transportadoras de energía.
4. Los quimiótrofos son organismos que obtienen su energía a partir de una fuente química.

#### 4.2.5.4.2 Hombres del grupo experimental

No de pregunta	Tipo de respuesta	Respuestas Observadas GRUPO EXPERIMENTAL PRE-EVALUACIÓN HOMBRE	Respuestas Observadas GRUPO EXPERIMENTAL POST-EVALUACIÓN HOMBRE	Respuestas esperadas	Respuestas esperadas	Ji cuadrado $\chi^2$
1	Correctas	6	8	7	7	2.28571429
	Incorrectas	2	0	1	1	
2	Correctas	6	8	7	7	2.28571429
	Incorrectas	2	0	1	1	
3	Correctas	2	2	2	2	0
	Incorrectas	6	6	6	6	
4	Correctas	1	8	4.5	4.5	*12.4444444
	Incorrectas	7	0	3.5	3.5	
5	Correctas	1	3	2	2	1.33333333
	Incorrectas	7	5	6	6	
6	Correctas	4	8	6	6	*5.33333333
	Incorrectas	4	0	2	2	
7	Correctas	3	7	5	5	4.26666667
	Incorrectas	5	1	3	3	
8	Correctas	7	7	7	7	0
	Incorrectas	1	1	1	1	
9	Correctas	2	8	5	5	*9.6
	Incorrectas	6	0	3	3	
10	Correctas	5	6	5.5	5.5	0.29090909
	Incorrectas	3	2	2.5	2.5	
11	Correctas	2	7	4.5	4.5	*6.34920635
	Incorrectas	6	1	3.5	3.5	
12	Correctas	4	8	6	6	*5.33333333
	Incorrectas	4	0	2	2	
13	Correctas	4	4	4	4	0
	Incorrectas	4	4	4	4	
14	Correctas	7	8	7	7	1.14285714
	Incorrectas	1	0	1	1	
15	Correctas	2	6	4	4	*4
	Incorrectas	6	2	4	4	
16	Correctas	4	7	5.5	5.5	2.61818182
	Incorrectas	4	1	2.5	2.5	
17	Correctas	1	1	1	1	0
	Incorrectas	7	7	7	7	
18	Correctas	1	7	4	4	*9
	Incorrectas	7	1	4	4	
19	Correctas	1	5	3	3	*4.26666667
	Incorrectas	7	3	5	5	
20	Correctas	3	4	3.5	3.5	0.25396825
	Incorrectas	5	4	4.5	4.5	
21	Correctas	1	6	3.5	3.5	*6.34920635
	Incorrectas	7	2	4.5	4.5	
22	Correctas	4	7	5.5	5.5	2.61818182
	Incorrectas	4	1	2.5	2.5	

Tabla 51. De contingencia que muestra el análisis estadístico por reactivo del CCDM, obtenido de las respuestas de los hombres del grupo experimental

En la Tabla 51, se observa que 41% de los reactivos (4, 6, 7, 9, 11, 12, 15, 19 y 21) presentaron diferencias significativas entre la pre y post-evaluación. Es decir, reportaron un valor en la  $\chi^2$  mayor al 3.841, con un valor de  $p \leq 0.05$ .

Al finalizar la intervención pedagógica los hombres del grupo experimental aprendieron que:

1. La energía como la capacidad de realizar un trabajo.
2. La energía de activación es la que requieren las reacciones químicas como aporte inicial para ponerse en marcha.
3. Las reacciones exergónicas liberan energía.
4. El ATP, NAD<sup>+</sup>, FAD son “Moléculas portadoras de energía” que usan las células para transferir la energía.
5. Producto, proteína, sitio activo se encuentran presentes en una reacción enzimática.
6. La función de una enzima es proporcionar la energía necesaria para descomponer o sintetizar una molécula con mayor rapidez.
7. En una ruta metabólica existen miles de reacciones químicas catalizadas por enzimas y organizadas en secuencias y sitios diferentes en el interior de las células, donde el producto de una reacción pasa a ser el reactivo de la siguiente.
8. Las reacciones luminosas de la fotosíntesis se liberan electrones a partir de la ruptura del agua.
9. La traducción es el mecanismo por el cual la secuencia de nucleótidos en el RNA mensajero dicta la secuencia en la que se unen los aminoácidos en una proteína.

Por los resultados aquí expuestos se acepta la hipótesis alterna (Ha), porque entre la población masculina si hubo diferencias en las respuestas antes y después de desarrollar la propuesta didáctica con un enfoque constructivista.

#### 4.2.5.4.3 Comparación hombres del grupo control vs hombres del grupo experimental

No de pregunta	Calculo de ji cuadrado $X^2$ en el GRUPO CONTROL HOMBRE	Calculo de ji cuadrado $X^2$ en el GRUPO EXPERIMENTAL HOMBRE
1	2.4	2.28571429
2	0.39215686	2.28571429
3	*7.5	0
4	0	*12.4444444
5	*5.05050505	1.33333333
6	1.81818182	*5.33333333
7	0.83333333	*4.26666667
8	1.25	0
9	*5.05050505	*9.6
10	0.8	0.29090909
11	0.83333333	*6.34920635
12	0.26666667	*5.33333333
13	0.2020202	0
14	1.25	1.14285714
15	3.33333333	4
16	*5.05050505	2.61818182
17	1.25	0
18	1.81818182	9
19	1.97802198	*4.26666667
20	3.2	0.25396825
21	3.80952381	*6.34920635
22	3.33333333	2.61818182

Tabla 52. Presenta la ji  $X^2$ , calculadas en cada reactivo del CCDM tanto del grupo experimental y control en el género HOMBRE

Los datos de la Tabla 52, concluyen que los hombres del grupo experimental lograron mejores resultados en el CCDM al obtener en 45% de los reactivos (10 de 22) resultados que señalan una diferencia significativa entre el pre y post test en comparación con el grupo control que destacó solo en 18% de los reactivos (4 de 22).

Con base en los datos de los cuadros 7, 8 y 9, se pone de manifiesto la influencia de la estrategia de enseñanza constructivista a favor del aprendizaje del metabolismo. Por ello, se acepta la hipótesis alternativa. Entre la población masculina sí hay diferencias

en las respuestas antes y después de desarrollar la propuesta didáctica con un enfoque constructivista.

En conclusión, se coincide con Giordan (1985) cuando dice que la enseñanza de las ciencias, tal como se practica actualmente, no da los resultados esperados, pues lo que se enseña se olvida en pocas semanas y esto sucede incluso a nivel licenciatura.

#### **4.2.5.4.4 Mujeres del grupo control**

Las hipótesis planteadas para el caso de las mujeres fueron las siguientes:

**Ho:** Entre la población femenina del grupo experimental y control no hay diferencias en las respuestas del CCDM antes y después de desarrollar la propuesta didáctica con un enfoque constructivista.

**Ha:** Entre la población femenina del grupo experimental y control hay diferencias en las respuestas del CCDM antes y después de desarrollar la propuesta didáctica con un enfoque constructivista.

No de pregunta	Tipo de respuesta	Respuestas Observadas GRUPO CONTROL PRE-EVALUACIÓN MUJER	Respuestas Observadas GRUPO CONTROL POST-EVALUACIÓN MUJER	Respuestas esperadas	Respuestas esperadas	Ji cuadrado $\chi^2$
1	Correctas	6	5	5.5	5.5	0.2020202
	Incorrectas	4	5	4.5	4.5	
2	Correctas	6	8	7	7	0.95238095
	Incorrectas	4	2	3	3	
3	Correctas	1	2	1.5	1.5	0.39215686
	Incorrectas	9	8	8.5	8.5	
4	Correctas	4	9	6.5	6.5	*5.49450549
	Incorrectas	6	1	3.5	3.5	
5	Correctas	5	4	4.5	4.5	0.2020202
	Incorrectas	5	6	5.5	5.5	
6	Correctas	2	5	3.5	3.5	1.97802198
	Incorrectas	8	5	6.5	6.5	
7	Correctas	2	3	2.5	2.5	0.26666667
	Incorrectas	8	7	7.5	7.5	
8	Correctas	7	6	6.5	6.5	0.21978022
	Incorrectas	3	4	3.5	3.5	
9	Correctas	1	8	4.5	4.5	*9.898989899
	Incorrectas	9	2	5.5	5.5	
10	Correctas	6	5	5.5	5.5	0.2020202
	Incorrectas	4	5	4.5	4.5	
11	Correctas	1	5	3	3	3.80952381
	Incorrectas	9	5	7	7	
12	Correctas	6	8	7	7	0.95238095
	Incorrectas	4	2	3	3	
13	Correctas	6	3	4.5	4.5	1.81818182
	Incorrectas	4	7	5.5	5.5	
14	Correctas	8	9	8.5	8.5	0.39215686
	Incorrectas	2	1	1.5	1.5	
15	Correctas	0	4	2	2	*5
	Incorrectas	10	6	8	8	
16	Correctas	1	4	2.5	2.5	2.4
	Incorrectas	9	6	7.5	7.5	
17	Correctas	4	4	4	4	0
	Incorrectas	6	6	6	6	
18	Correctas	3	7	5	5	3.2
	Incorrectas	7	3	5	5	
19	Correctas	7	7	7	7	0
	Incorrectas	3	3	3	3	
20	Correctas	3	8	5.5	5.5	*5.05050505
	Incorrectas	7	2	4.5	4.5	
21	Correctas	0	8	4	4	*13.3333333
	Incorrectas	10	2	6	6	
22	Correctas	6	9	7.5	7.5	2.4
	Incorrectas	4	1	2.5	2.5	

Tabla 53. De contingencia para el análisis estadístico por reactivo del CCDM, cuyas respuestas fueron obtenidas por s mujeres del grupo control

Para el caso de las mujeres del grupo control, la Tabla 53 muestra que 23% de los reactivos (4, 9, 15, 20, 21) presentaron valores de  $\chi^2$  mayores al 3.841.

Los datos indican que al finalizar el estudio de la Unidad I de Biología III, las estudiantes aprendieron que:

1. La energía se define como la capacidad de realizar un trabajo.
2. El ATP, NAD<sup>+</sup>, FAD son moléculas portadoras de energía.
3. Una ruta metabólica consiste en las miles de reacciones químicas catalizadas por las enzimas y organizadas en secuencias y sitios diferentes en el interior de la célula, donde el producto de una reacción pasa a ser el reactivo de la siguiente.
4. Que los seres vivos respiran para obtener energía.
5. La traducción es un mecanismo por el cual la secuencia de nucleótidos en el RNAm dicta la secuencia en la que se unen los aminoácidos en una proteína.

#### 4.2.5.4.5 Mujeres del grupo experimental

No de pregunta	Tipo de respuesta	Respuestas Observadas GRUPO EXPERIMENTAL PRE- TEST MUJER	Respuestas Observadas GRUPO EXPERIMENTAL POST- TEST MUJER	Respuestas esperadas	Respuestas esperadas	Ji cuadrado $\chi^2$
1	Correctas	10	11	10	10	1.1
	Incorrectas	1	0	1	1	
2	Correctas	6	8	7	7	0.78571429
	Incorrectas	5	3	4	4	
3	Correctas	2	8	5	5	*6.6
	Incorrectas	9	3	6	6	
4	Correctas	5	10	7.5	7.5	*5.23809524
	Incorrectas	6	1	3.5	3.5	
5	Correctas	5	5	5	5	0
	Incorrectas	6	6	6	6	
6	Correctas	2	11	6.5	6.5	*15.2307692
	Incorrectas	9	0	4.5	4.5	
7	Correctas	5	8	6.5	6.5	1.69230769
	Incorrectas	6	3	4.5	4.5	
8	Correctas	9	7	8	8	0.91666667
	Incorrectas	2	4	3	3	
9	Correctas	1	11	6	6	*18.33333333
	Incorrectas	10	0	5	5	
10	Correctas	5	7	6	6	0.73333333
	Incorrectas	6	4	5	5	
11	Correctas	1	9	5	5	*11.73333333
	Incorrectas	10	2	6	6	
12	Correctas	6	10	8	8	3.66666667
	Incorrectas	5	1	3	3	
13	Correctas	8	8	8	8	0
	Incorrectas	3	3	3	3	
14	Correctas	5	11	8	8	*8.25
	Incorrectas	6	0	3	3	
15	Correctas	3	7	5	5	2.93333333
	Incorrectas	8	4	6	6	
16	Correctas	5	10	7.5	7.5	*5.23809524
	Incorrectas	6	1	3.5	3.5	
17	Correctas	2	5	3.5	3.5	1.88571429
	Incorrectas	9	6	7.5	7.5	
18	Correctas	3	11	7	7	*12.5714286
	Incorrectas	8	0	4	4	
19	Correctas	4	8	6	6	2.93333333
	Incorrectas	7	3	5	5	
20	Correctas	2	11	6.5	6.5	*15.2307692
	Incorrectas	9	0	4.5	4.5	
21	Correctas	1	10	5.5	5.5	*14.7272727
	Incorrectas	10	1	5.5	5.5	
22	Correctas	3	10	6.5	6.5	*9.21367521
	Incorrectas	8	1	4.5	4.5	

Tabla 54. Análisis estadístico por reactivo, considerando las frecuencias observadas y teóricas en el pre y post test obtenidas por las mujeres del grupo experimental

La Tabla 54, muestra que en 50% de los reactivos (3, 4, 6, 9, 11, 14, 16, 18, 20, 21, 22), las estudiantes obtuvieron una  $\chi^2 > 3.841$ , es decir, un cambio significativo.

Las mujeres de este grupo al culminar la intervención aprendieron que:

1. Que las plantas son las que realizan la fotosíntesis.
2. Que la energía se define como la capacidad de realizar trabajo.
3. Las reacciones químicas requieren un aporte inicial denominada energía de activación.
4. El ATP, NAD<sup>+</sup>, FAD son moléculas portadoras de energía.
5. El producto, proteína y sitio activo conforma una reacción enzimática.
6. Que el metabolismo es el conjunto de reacciones que suceden en un ser vivo y que son catalizadas por las enzimas.
7. Los quimiótrofos son los organismos que obtienen su energía a partir de una fuente química.
8. La glucólisis se realiza en el citoplasma celular.
9. Afirmaron que los seres vivos respiran para obtener energía.
10. Identificaron el proceso de traducción.
11. El gen es un segmento de DNA que codifica la información para la síntesis de proteínas.

#### 4.2.5.4.6 Comparación mujeres del grupo control vs mujeres del grupo experimental

No de pregunta	Calculo del a Ji cuadrado X <sup>2</sup> en el GRUPO CONTROL MUJER	Calculo del Ji cuadrado X <sup>2</sup> en el GRUPO EXPERIMENTAL MUJER
1	0.2020202	1.1
2	0.95238095	0.78571429
3	0.39215686	*6.6
4	*5.49450549	*5.23809524
5	0.2020202	0
6	1.97802198	*15.2307692
7	0.26666667	1.69230769
8	0.21978022	0.91666667
9	*9.898989899	*18.3333333
10	0.2020202	0.73333333
11	3.80952381	*11.7333333
12	0.95238095	3.66666667
13	1.81818182	0
14	0.39215686	*8.25
15	*5	2.93333333
16	2.4	*5.23809524
17	0	1.88571429
18	3.2	*12.5714286
19	0	2.93333333
20	*5.05050505	*15.2307692
21	*13.3333333	*14.7272727
22	2.4	*9.21367521

Tabla 55. Muestra las  $\chi^2$  cuadradas, calculadas por reactivo en el grupo experimental y control en el género MUJER

Los datos de la Tabla 55, muestran que las mujeres del grupo experimental lograron mejores resultados en el CCDM al obtener en 50% de los reactivos (11 de 22) resultados significativos en comparación con el grupo control que solo logró 23% (5 de 22).

También encontramos que las mujeres coincidieron en los reactivos 4, 9, 20 y 21, reactivos que se relacionaron con los conceptos de energía; las moléculas portadoras de energía; la función de la respiración y en qué consiste el mecanismo de la traducción.

Con base en los resultados de las Tablas 54 y 55, se concluye que las mujeres del grupo experimental obtuvieron mejores resultados debido a la influencia de la estrategia constructivista, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa (Ha): entre la población femenina del grupo experimental y control hubo diferencias en las respuestas del CCDM antes y después de desarrollar la propuesta didáctica con un enfoque constructivista.

	Reactivos donde se obtuvo resultados significativos	Reactivos donde ambos grupos coincidieron en obtener resultados significativos	Reactivos donde se obtuvo resultados significativos en el análisis por género (HOMBRE)	Reactivos donde ambos grupos coincidieron en obtener resultados significativos por género (HOMBRE)	Reactivos donde se obtuvo resultados significativos en el análisis por género (MUJER)	Reactivos donde ambos grupos coincidieron en obtener resultados significativos por género (MUJER)
Grupo Control	36% (8 de 22) Los reactivos fueron: 3,9,15,16,18,20,21 y 22	36% (8 de 22) Los reactivos fueron: 3,9,15,16,18,20,21 y 22	18% (4 de 22) Los reactivos fueron: 3,5,9 y 16	5% (1 de 22) Reactivo: 9	23% (5 de 22) Los reactivos fueron: 4,9,15,20 y 21	18% (4 de 22) Los reactivos fueron: 4,9,20 y 21
Grupo Experimental	68% (15 de 22) Los reactivos fueron: 3,4,6,7,9,11,12,14,15,16,18,19,20,21 y 22		45% (10 de 22) Los reactivos fueron: 4,6,7,9,11,12,15,18,19 y 21		50% (11 de 22) Los reactivos fueron: 3,4,6,9,11,14,16,18,20,21 y 22	

Tabla 56. Resultados generales obtenidos con la Prueba estadística *ji Cuadrada* ( $\chi^2$ ), en el análisis realizado por reactivo del CCDM EN LA post-evaluación

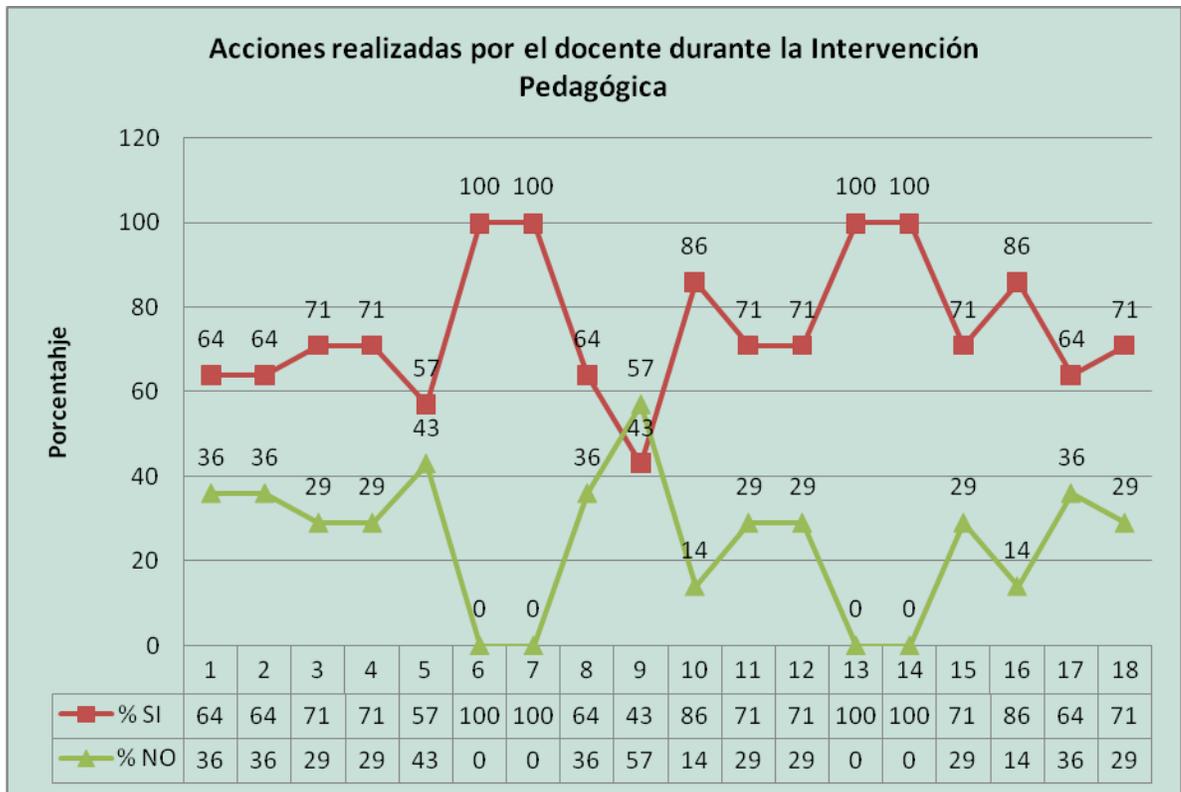
### 4.3 Resultados de la actuación docente

Con el propósito de enriquecer la intervención docente y reorientar las estrategias para abordar de mejor manera los contenidos declarativos sobre el tema de metabolismo durante la investigación; se optó por evaluar al profesor-investigador, actividad que fue realizada por el profesor titular de la materia.

Se logró contar con evidencia de 14 sesiones de trabajo de campo. Los resultados se presentan en la Tabla 57 y en la gráfica 1.

PREGUNTAS	SI	NO	% SI	% NO
INICIO DE LA SESIÓN				
1. Estableció propósitos de la sesión	9	5	64	36
2. Detectó los conocimientos previos de los alumnos	9	5	64	36
DURANTE LA SESIÓN				
3. Fue congruente en la presentación de los contenidos	10	4	71	29
4. Definió claramente los conceptos	10	4	71	29
5. Relacionó los conceptos con la vida cotidiana del estudiante	8	6	57	43
6. Las actividades fueron propicias para promover el aprendizaje	14	0	100	0
7. Utilizó apoyos didácticos congruentes al tema	14	0	100	0
8. Resolvió adecuadamente los imprevistos	9	5	64	36
9. Atendió las demandas de los estudiantes	12	2	86	14
10. Favoreció un clima de preguntas y respuestas	10	4	71	29
AL FINALIZAR LA SESIÓN				
11. Realizó un resumen o conclusión del tema	6	8	43	57
12. Verificó el aprendizaje de los alumnos	10	4	71	29
13. Revisó los trabajos en tiempo y forma	14	0	100	0
14. Las actividades propuestas fueron adecuadas para el nivel cognitivo de los alumnos	14	0	100	0
15. Las actividades fueron motivantes para los alumnos en el transcurso de la clase	10	4	71	29
16. Las actividades fomentaron el aprendizaje de valores	12	2	86	14
17. Las actividades promovieron el trabajo en equipo	9	5	64	36
18. Las actividades promovieron habilidades procedimentales	10	4	71	29
SUGERENCIAS				
Qué adecuaciones (si es que las hay) se podrían hacer a la propuesta didáctica del profesor				
			1354/ 18 = 75.22	446/ 18 = 24.77

Tabla 57. Resultados de la evaluación de la actuación docente durante la intervención pedagógica



Gráfica 1. Presenta las acciones realizadas por la profesora, durante su intervención frente a grupo.

Los datos de la Tabla 57 y gráfica 1, muestran que las acciones planeadas para la fecha y sesión correspondiente fueron cumplidas entre un 43 y 100% y las acciones no realizadas oscilaron entre el 14 y 57%. En promedio, se cumplió con el 75.22% de las acciones recomendadas y no cumplió 24.77% de ellas.

El menor porcentaje en cumplimiento (43%) se obtuvo con la actividad de “realizó un resumen o conclusión del tema de la sesión”, situación que se debió al inicio de la intervención pedagógica por el número de actividades de las primeras sesiones ya que se requirió más tiempo para la conclusión del trabajo por parte de los estudiantes, lo que impidió culminar con lo planeado en la sesión. Conforme fueron avanzando las sesiones la situación mejoró y se trató de cumplir con la planeación didáctica y dar prioridad al aprendizaje de los estudiantes.

Entre las adecuaciones que sugirió el profesor titular de la materia con base en actuación del docente estuvieron las siguientes:

- Realizar menos actividades en cada sesión.

- Elevar el tono de voz
- Revisar las instrucciones para que el alumno las entienda.
- Visualizar dentro del salón a todo el alumnado.
- Antes de explicar los esquemas, cuestionar más al alumno en relación a lo que se le presenta.
- No usar muletillas.
- Preguntar a más alumnos durante la clase y no sólo a unos cuantos.
- Las presentaciones PowerPoint con menos texto.
- Indicar objetivos de la clase.
- Poner énfasis en detectar los preconceptos de los alumnos.
- Revisar los conceptos de la clase para evitar malas interpretaciones.

	La profesora realizó las actividades planeadas para la sesión de clase	
	SI	NO
Al inicio	64%	36%
Durante el desarrollo	78%	22%
Al cierre	76%	24%

TABLA 58. Resultados generales obtenidos con el instrumento Lista de cotejo de la actuación docente (Guía de evaluación continua)\* realizada durante la intervención pedagógica

\* Nota: el instrumento se encuentra en el anexo 3, apéndice B, de este trabajo

#### 4.4 Opinión de los estudiantes sobre las estrategias de enseñanza

Las actividades de nuestra estrategia didáctica fueron evaluadas por los estudiantes a través del instrumento denominado cuestionario de opinión sobre la estrategia de enseñanza (ver Tabla 59). Esta actividad se realizó en 14 sesiones. Recordemos que el objetivo de esta encuesta es saber si las actividades generaron motivación en los estudiantes. El instrumento se encuentra en el anexo 4, apéndice B.

Las respuestas abiertas se agruparon en una lista según su similitud, posteriormente se registraron sus frecuencias, y en el caso de los reactivos que ofrecían alguna alternativa de respuesta, sólo se contabilizaron las frecuencias.

En relación al primer reactivo: ¿La estrategia de enseñanza de la maestra despertó el interés por el tema? 95% de las respuestas coincidieron que sí y 5% dijeron que no.

En cuanto a la pregunta: ¿Las actividades realizadas en la sesión de hoy te parecieron?, los estudiantes respondieron 63% MUY BUENAS, 32% BUENAS y 5% REGULARES.

El 95% de los estudiantes consideraron que las actividades les facilitaron la comprensión del tema, mientras que 5% contestó que no.

En la evaluación de las diferentes actividades se obtuvieron los siguientes porcentajes:

a).- **Ejercicio de lectura, línea del tiempo y mapa conceptual:** al 37% de la población estudiantil le agradó, porque representó un reto pensar en dibujos que explicaran los conceptos; 16% reportó que le permitió poner mayor atención; 11% le gustó porque relacionó el ejercicio con ejemplos de la vida cotidiana; y por último 5% opinó que la lectura y los dibujos le ayudaron a aprender, aunque fuera laborioso.

b).- **Rompecabezas de reacciones:** 38% reportó que le auxilió a comprender el tema, para 25% representó una dificultad, para 19% fue divertido armar el proceso de la glucólisis, y al 19% le hizo pensar.

c).- **Exposición con diapositivas y Rally:** 19% de los estudiantes contestó que le auxilió a comprender el tema, y otro porcentaje similar que le ayudó a reafirmar el

conocimiento; al 14% los mantuvo atentos; otro 14% opinó que el trabajo en equipo y el resumen de conceptos fueron tareas que les ayudaron.

d).- **Programa interactivo (multimedia) y videos:** 81% consideró motivadora la actividad porque las preguntas incluidas en el multimedia les sirvieron para comprender mejor el tema, además de ganar participaciones; y 19% respondió que los videos complementaron la clase además de que les facilitó estudiar y comprender el tema.

e).- **Exposición con acetatos y hojas didácticas para el ciclo de Krebs:** 48% opinó que los esquemas y cuadros sinópticos les facilitaron la comprensión del ciclo de Krebs, 22% aprendió nuevos términos, 17% no tenía idea sobre el Ciclo de Krebs y lo entendió, y 13% opinó que fue una buena actividad.

f).- **Exposición de los estudiantes:** 30% dijo que la exposición les ayudó a construir un conocimiento que primero se trabajó, se expuso y se corrigió; otro 30% dijo estar satisfecho por exponer las respuestas y dudas del trabajo; al 22% le ayudó trabajar en equipo porque se comprendió mejor el tema, y a 19% le agradó la forma de evaluar.

g).- **Interpretación de esquemas y dibujos:** 39% mencionó que la actividad le ayudó a integrar lo que sabía del tema; 19% la consideró divertida, 16% estuvo de acuerdo en que trabajar en equipo enriquece las aportaciones; 13% dijo que con dibujos entienden mejor, y 6% respondió que les había costado trabajo aprender con esta actividad.

h).- **Exposición con acetatos por la profesora y diseño de un juego didáctico por parte de los alumnos:** 30% opinó que con las actividades pusieron en marcha algunas habilidades didácticas, por ello fue divertido; 33% aprendió más conceptos sobre el tema sin darse cuenta; 19% dijo que al elaborar el juego les facilitó la comprensión del tema; 11% consideró que al jugar reafirmaron el tema y un 7% la actividad favoreció trabajo en equipo.

i).- **Lectura y discusión de un cuestionario:** a 59% de la población estudiantil les pareció interesante el ejercicio porque se relacionó con situaciones cotidianas y 41% dijo que el material proporcionado por la maestra les había ayudado.

j).- **Ejercicio experimental sobre enzimas:** 100% de los estudiantes dijeron que el experimento les ayudó a comprender mejor el tema y también mencionaron que fue divertido e interesante.

k).- **Examen Experimental:** 73% argumentó que los experimentos aportaron nuevas aprendizajes y ayudaron a comprender mejor los temas; 27% respondió que fue divertida e interesante la actividad.

Ante la pregunta ¿Qué te pareció la actividad que la maestra empleó para explorar tus conocimientos sobre el tema?, 62% de los estudiantes respondió que MUY BUENA; 33% BUENA y 5% REGULAR.

El aprendizaje de conceptos en esta investigación fue muy importante por ello, fue necesario a preguntar si los conceptos estudiados en clase tuvieron alguna relación con su vida cotidiana. El 89% dijo que SÍ, y 11% dijo que NO.

En opinión de los estudiantes la forma en que la maestra-investigadora atendió las dudas de los estudiantes. El 79% respondió MUY BUENA, 16% BUENA y 5% REGULAR.

En relación al trabajo entre pares se preguntó si el trabajo que promovió la profesora en equipo les facilitó la construcción del conocimiento, ante lo cual, 79% mencionó que SIEMPRE y 21% ALGUNAS VECES.

En el último reactivo se les preguntó sobre la evaluación emitida por la maestra-investigadora en relación a la participación del alumno en clase: 68% la consideró MUY BUENA, 26% BUENA y 5% REGULAR.

La estrategia de enseñanza despertó interés por el tema	Las actividades de la sesión de hoy te parecieron	Las actividades facilitaron la comprensión del tema	¿Qué te pareció la actividad que empleo la profesora para explorar tus conocimientos sobre el tema?	Los conceptos estudiados tienen relación con la vida cotidiana del estudiante	La forma en que la profesora atendió las dudas se consideró	El trabajo en equipo, facilitó la construcción de conocimientos	La evaluación emitida por la profesora en relación a la participación en clase se consideró
95% (18 de 19) SI	63% (12 de 19) Muy Buenas	95% (18 de 19) SI	63% (12 de 19) Muy Buenas	89% (17 de 19) SI	79% (15 de 19) Muy buena	79% (15 de 19) Siempre	68% (13 de 19) Muy buena
5% (1 de 19) NO	32% (6 de 19) Buenas	5% (1 de 19) NO	32% (6 de 19) Buenas	11% (2 de 19) NO	16% (3 de 19) Buena	21% (4 de 19) Algunas veces	26% (5 de 19)
	5% (1 de 19) Regulares		5% (1 de 19) Regulares		5% (1 de 19)		5% (1 de 19) Regular

Ejercicio de lectura, línea del tiempo y mapa conceptual	Rompecabezas de reacciones	Exposición con diapositivas y rally	Programa interactivo (multimedia y videos)	Exposición con acetatos y hojas didácticas para el ciclo de Krebs	Exposición de los estudiantes
37% Agrado porque representó un reto	38% Auxilió en comprender el tema	19% Auxilió a comprender el tema	81% fue motivadora por las preguntas que contenía auxilió a comprender el tema	48% Los esquemas y cuadros sinópticos facilitaron la comprensión del tema	30% Dijo que les ayudó a construir el conocimiento,
16% Permitió poner mayor atención	25% Representó dificultad	19% Ayudó a reafirmar el tema	19% Los videos complementaron la clase y facilitó estudiar y comprender	22% Se aprendieron nuevos términos	30% Dijo estar satisfecho por exponer las respuestas y dudas del trabajo
11% Gusto porque relacionó el ejercicio con ejemplos cotidianos	19% Fue divertido armar el proceso de la glucólisis	14% Los mantuvo atentos		17% No tenía idea sobre el Ciclo de Krebs y lo entendí	22% Auxilió en el trabajo en equipo, porque se comprendió mejor el tema
5% La lectura y los dibujos le ayudaron a aprender aunque fue laborioso	19% Hizo pensar	14% El trabajo en equipo y el resumen de conceptos ayudo		13% Fue buena la actividad	19% Les agradó la forma de evaluar

Interpretación de esquemas y dibujos	Exposición con acetatos y diseño de un juego didáctico	Investigación, lectura y discusión de un cuestionario	Ejercicio experimental sobre "Enzimas"	Examen experimental
39% Mencionó que la actividad les ayudó a integrar lo que sabía del tema	30% Opinó que con las actividades pusieron en marcha algunas de las habilidades didácticas; por ello, fue divertido	59% Les pareció interesante el ejercicio porque se relacionó con situaciones cotidianas	100% Dijeron que el experimento les ayudó a comprender mejor el tema y también fue divertido e interesante	73% Dijo que los experimentos aportan nuevos aprendizajes y ayudan a comprender mejor los temas
19% La consideró divertida	33% Aprendió más conceptos sobre el tema sin darse cuenta	41% El material proporcionado por la profesora les ayudó		27% Respondió que la actividad fue divertida e interesante
16% Estuvo de acuerdo en que trabajar en equipo enriquece las aportaciones	19% Elaborar el juego les facilitó la comprensión del tema			
13% Dijeron que con dibujos entienden mejor	11% Consideró que al jugar reafirmaron el tema			
6% Costó trabajo aprender con la actividad	7% La actividad favoreció al trabajo en equipo			

Tabla 59. Evaluación de las estrategias de enseñanza por los estudiantes del grupo experimental

#### 4.5 Evaluación sumativa de las actividades realizadas por los estudiantes del grupo experimental en la intervención pedagógica

Como sabemos, los trabajos y ejercicios realizados en clase son importantes recursos para que el profesor proporcione la ayuda ajustada al alumno y desarrolle una evaluación formativa, además de permitirle tomar decisiones (Díaz Barriga y Hernández, 2002)

Los trabajos y actividades realizadas durante la intervención, detalladas en la Tabla 60, tuvieron como objetivo reforzar, integrar, interpretar y aplicar los conceptos relacionados con el tema sobre metabolismo. Su registro y evaluación permitió valorar sobre la marcha el grado de aprendizaje en el que se encontraban los estudiantes.

Las actividades evaluadas fueron:

1. Integración de un glosario sobre la lectura.	9. Investigación sobre el tema Metabolismo
2. Construcción de una línea del tiempo.	10. Ejercicio sobre energía y enzimas
3. Lectura sobre Biodiversidad.	11. Mapa conceptual sobre fotosíntesis
4. Cuestionario sobre Biodiversidad	12. Juego didáctico sobre metabolismo
5. Mapa conceptual sobre biodiversidad	13. Práctica de laboratorio "Extracción del DNA"
6. Práctica 1, "Enzimas"	14. Examen práctico sobre "Respiración"
7. Mapa conceptual sobre enzimas	15. Participaciones
8. Exposición	

Tabla 60. Actividades realizadas en el grupo experimental durante la intervención pedagógica

Para la revisión de los trabajos se consideró algunos criterios por ejemplo: la entrega y puntual, trabajos completos, redacción coherente, entre otras que se señalaron en cada actividad.

La Tabla 61, muestra la evaluación sumativa de las actividades realizadas durante la intervención pedagógica. En esta fase se consideró atender la diversidad de formas de aprendizaje de los estudiantes como la auditiva, visual y kinestésica<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> "Los alumnos kinestésicos aprenden cuando hacen cosas como, por ejemplo, experimentos de laboratorio o proyectos" ( Contreras y Del Bosque, 2004, p.15)

Evaluación Sumativa de las actividades	Estudiantes	Porcentaje
10	6	32
9	5	26
8	2	11
7	2	11
6	3	16
5	1	5

Tabla 61. **Evaluación sumativa** de las actividades realizadas durante la intervención pedagógica

Se observa que la mayoría de los estudiantes cumplieron eficientemente con los trabajos: 32% obtuvo 10; 26% logró 9; 11% alcanzó 8; otro 11% obtuvo 7; 16% alcanzó 6 y sólo 5% obtuvo una evaluación de 5.

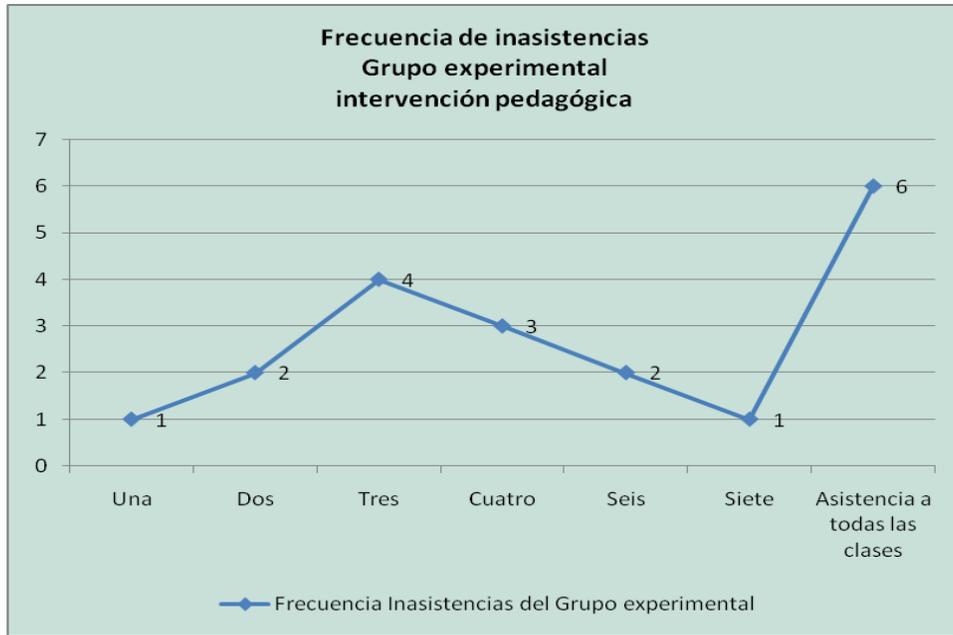
Se coincide con Díaz Barriga y Hernández (2002) cuando sugieren que las tareas sean retomadas en clase, deben entregarse revisadas y calificadas lo más pronto posible incluyendo una retroalimentación, al comentarse en clase se debe explicar las soluciones. Recomendaciones que se siguieron en este trabajo para favorecer al estudiante en el proceso enseñanza-aprendizaje.

#### 4.6 Asistencia a clases del grupo experimental

La asistencia a clases del grupo experimental se resume en la Tabla 62.

Inasistencias	Frecuencia de Estudiantes	Porcentaje
Una	1	5
Dos	2	11
Tres	4	21
Cuatro	3	16
Seis	2	11
Siete	1	5
Asistencia total	6	32

Tabla 62. Asistencia a clases del grupo experimental durante la intervención pedagógica



Gráfica 2 Representa la asistencia a clases del grupo experimental en la intervención pedagógica

Para Hugo Miguel Moreno (2006), el ausentismo ha sido un problema que el Colegio no ha terminado de erradicar, a pesar de esfuerzos tenaces. No es un caso especial en la UNAM, en este sentido el grupo dio una pequeña muestra de esa realidad donde: 32% de los estudiantes asistieron de forma constante a clases; 5% tuvo una falta, 11% dos, 21% tres, 16% cuatro; otro 11% seis y por último un 5% que registró siete ausencias a clase. El 68% de los adolescentes que incurrieron entre 1 y 7 inasistencias justificaron sus faltas a problemas familiares, enfermedad, mucho trabajo en otras materias y al trabajo remunerado.

## CONCLUSIONES

Después de dos meses y medio de trabajo con los estudiantes del Colegio de Ciencias y Humanidades Naucalpan, y de haber sometido los resultados (pre y post-evaluación) del Cuestionario de Conocimientos Declarativos Metabolismo a las pruebas estadísticas de la t de Student y a la  $\chi^2$  (ji cuadrada); nos percatamos inicialmente que ambos grupos de investigación (control y experimental) arrancaron el estudio prácticamente en las mismas condiciones en cuanto a conocimientos sobre metabolismo. Situación que no se repitió al final en la post-evaluación al encontrarse una ventaja significativa del grupo experimental en sus respuestas correctas

Sin embargo, cabe destacar que ambos grupos obtuvieron resultados favorables en cuanto al dominio conceptual sobre el tema de metabolismo lo que nos da paso a afirmar que las estrategias diseñadas con un enfoque constructivista sí, promueven aprendizajes, en este sentido, tanto el trabajo de la profesora que atendió el grupo control para el que diseñó diversos ejercicios de laboratorio como en el caso del grupo experimental para quienes se estructuró actividades donde se incluyó variedad de técnicas de trabajo, en ambas circunstancias se lograron resultados favorables por lo que suponemos que los estudiantes lograron construir sus aprendizajes.

La valoración que se realizó por género, demostró desde otro ángulo que tanto las mujeres como los hombres del grupo control se vieron superados por los estudiantes del grupo experimental al obtener en más reactivos mejores resultados debido a la influencia de una planeación didáctico-pedagógico-constructivista que buscó apoyarlos en un tema complejo y abstracto como el metabolismo.

Por otro lado, las opiniones de los estudiantes, corroboró que las actividades propuestas en la estrategia constructivista fueron calificadas como muy buenas, causaron agrado, reto, facilitó la comprensión, despertó el interés, facilitó el trabajo en equipo, se relacionaron con la vida cotidiana, se exploraron los conocimientos previos, es decir, motivaron a la mayoría de los estudiantes, lo que favoreció en buena medida al aprendizaje y a evitar la deserción ya que de los 20 estudiantes con que se inicio la

investigación solo desertó uno y pocos fueron los que se ausentaron en clase, considerando el alto índice de deserción que se presenta en el turno vespertino como ya manejamos en su momento en el cuerpo de este trabajo.

Los conceptos que lograron ser construidos o reconstruidos en el proceso enseñanza y aprendizaje fueron: Que las plantas son organismos que usan  $\text{CO}_2$  como fuente de carbono; el ATP,  $\text{NAD}^+$ , FAD, son moléculas portadoras de energía; las encargadas de transportar la energía; Las rutas metabólicas se conforman de miles de reacciones químicas catalizadas por enzimas; los quimiótrofos son organismos que obtienen su energía a partir de una fuente química; la glucólisis se realiza en el citoplasma celular; los seres vivos respiran para obtener energía; la traducción es el mecanismo por el cual la secuencia de nucleótidos en el RNA mensajero dicta la secuencia en la que se unen los aminoácidos en una proteína y un gen codifica la información para la síntesis de una proteína.

Cuando se inicio con el proyecto de investigación nos pareció difícil diseñar las estrategias de enseñanza y aprendizaje, porque nos hacía falta conocer mejor el enfoque constructivista, y durante la búsqueda bibliográfica se encontró que muchos docentes no se atreven a experimentar nuevas formas de trabajo docente, porque ello implica invertir tiempo (incluye descansos), estudio, dominio de los contenidos, creatividad, análisis de las intervenciones pedagógicas cotidianas, preparar materiales, es decir, implica más trabajo y aunado a ello, el tiempo que se dispone en el programa de estudios es insuficiente. Indudablemente el trabajar estrategias constructivistas no es fácil requiere de mucha disposición y de una labor más altruista por parte del profesor porque los resultados no son inmediatos, por eso es que nos auxiliamos de instrumentos para establecer que al final del proceso hubo un aprendizaje.

En el constructivismo el estudiante y la construcción de sus aprendizajes son parte medular, todo alumno desde preescolar hasta posgrado requiere de una ayuda o de una orientación, y nuestro caso no fue la excepción, por eso se les brindó del apoyo necesario para que el bachiller, pudiera tener acceso a esa elaboración y una manera de apoyarlos es diseñando actividades que le provean de experiencias significativas.

Podríamos decir que nuestras estrategias no tienen la gran novedad simplemente son un conjunto de actividades que exploraron los conocimientos previos de los estudiantes, intentaron abordar los conceptos sobre metabolismo de una forma más participativa, procurando explicar un ejercicio de laboratorio, construir un rompecabezas de reacciones, utilizando en clase un disco interactivo, se elaboraron mapas mentales y conceptuales, se les dio a conocer el objetivo de la clase para que el alumno al final supiera a lo que se iba a llegar, no como una forma conductista de guiar el aprendizaje más bien como para darle sentido al tema, resaltar su importancia, además de fomentar un ambiente agradable de trabajo y para motivarlos se realizaron actividades que promovieron la competitividad.

En esta investigación no solo aprendió el estudiante también el profesor, en este caso el trabajo docente fue acompañado de una evaluación que realizó el docente titular del grupo, y a pesar de generar cierto estrés el hecho de ser observada, con el pasar de los días se fue adquiriendo confianza hasta ser imperceptible esta condición, revisar y comentar los resultados en los primeros días nos dejó insatisfechos pues se habían diseñado muchas actividades que no lograban ser terminados por los estudiantes, sin embargo, gracias a estas observaciones se pudo corregir y reorientar mejor la actividad pedagógica.

De lo anterior, rescatamos lo importante que es para un docente darse el tiempo y retroceder como si fuera una cita de video su actuación y aunque nos desilusione un poco o mucho los resultados, es necesario hacer este análisis pues a medida que se cuestionen los desaciertos y analicen los avances o éxitos, en esa proporción serán las oportunidades de ir mejorando nuestra práctica y ser más propositivos en el aula, diseñando actividades acordes a la realidad de los estudiantes y en este tenor ir innovando y renovando. Algunos autores denominan este proceso como una forma de rescatar el papel de investigador del profesor.

En el ámbito educativo es importante destacar la función del profesor como un individuo que se sensibiliza y se preocupa porque el estudiante aprenda, a pesar de las limitantes del tiempo (programa de estudios) y de la inversión que se requiere en la preparación de materiales didácticos.

En nuestras manos esta construir ambientes de estudio atractivos para los estudiantes, como lo dice la bibliografía consultada, se requiere que el profesor rescate su papel de investigador, que observe, se cuestione y busque partiendo de su realidad la forma idónea para incidir en el estudiante,

Que se brinde la oportunidad de probar nuevas formas de trabajo docente para abordar un contenido y que a la par con el estudiante también aprenda y mejore sus estrategias de enseñanza y construya su estilo docente acorde a las exigencias del curriculum y del enfoque educativo que promueva la institución para la cual trabaja, pues como promotores de cambios no podemos quedarnos desfasados y mucho menos en el terreno educativo.

La tarea no es fácil, nuestros compromisos sociales, académicos, burocráticos y en ocasiones de salud no nos permiten dar el 100%, sin embargo, las generaciones de adolescentes cada vez son más inquietos, algunos muy hábiles en las cuestiones de comunicación, pero otros, solo requieren un motivo para entrar a clase y dejar de vagar con los amigos en los pasillos de la escuela.

También recordemos que el gusto por estudiar ciencia por parte de los estudiantes es muy bajo y en ocasiones nula, porque se han creado alrededor de ella falsas concepciones como su dificultad y lo aburrido que resulta estudiar ciencia, estas ideas derivan de la forma en que impartimos clase. Por ello, es conveniente hacer reflexionar a los estudiantes desde el inicio del semestre que estudiar ciencia conlleva aprender una forma de razonar los problemas, que se adquiere un bagaje cultural como son nuevos conceptos y que conocemos a través de ella solo una parte del micro o macrocosmos que nos rodea y del cual también formamos parte y a pesar de los grandes descubrimientos como la célula, la fotosíntesis, el metabolismo, las mitocondrias, la respiración celular, aún queda mucho por descubrir y gente que se dedica a la investigación dedica su tiempo y esfuerzo para darnos a conocer una parte más de lo que somos y del lugar que habitamos.

Por otra parte la presente investigación cumplió con el objetivo general que fue diseñar y valorar estrategias de enseñanza constructivistas, en el aprendizaje del tema metabolismo, para la unidad I, del Programa de Biología III. Sin embargo, considero que

faltó contar con experiencia de trabajar con estudiantes de nivel bachillerato así como de familiaridad con los contenidos del programa de estudios de Biología, que se reflejó en la saturación de actividades en las primeras sesiones pero conforme se fueron avanzando las estrategias fueron más acordes al tiempo y al contenido.

Para el manejo de los contenidos declarativos y de los aprendizajes a lograr en la unidad de estudio se respetó la estructura del programa para respetar el propósito del PEB III.

La propuesta didáctica no perdió de vista los tres aspectos en la intervención pedagógica: a) acercar a los estudiantes a los contenidos declarativos con exposiciones, lecturas, investigaciones, videos y software; b) promover el aprendizaje de los contenidos procedimentales mediante el diseño de ejercicios de laboratorio y la realización de juegos didácticos por parte de los estudiantes y el profesor donde se demostrara la aplicación de conceptos estudiados; y c) desarrollar los contenidos actitudinales con trabajos entre pares como una forma de socializar el conocimiento y fomentar actitudes positivas para el trabajo, como la tolerancia, el respeto y la responsabilidad; todos ellos tal como lo especifica el plan de estudios de biología.

En la instrumentación de la estrategia didáctica con un enfoque constructivista, requerimos apropiarnos de los conceptos aportados por Piaget, Ausubel y Vygotsky, por lo que concebimos a la enseñanza como un proceso donde el docente a través de su experiencia y conocimientos diseña los escenarios adecuados para acercar a los estudiantes al conocimiento. Por ello, nos dimos a la tarea de buscar y seleccionar las estrategias de tipo constructivistas, tomando algunas sugerencias de Díaz Barriga (2002), Coll (2000, 2002), Viniegra (2004), Sánchez (2007), Pérez Vertti (2007), (Novak y Gowin 1984), Pozo y Gómez (2004), Carretero (2001) y entre otros para ofrecer a los estudiantes un abanico de actividades que satisficieran las diversas preferencias de aprendizaje y lograr aprendizajes significativos.

Resultó interesante encontrar que en opinión de los estudiantes las actividades que más les motivaron a realizar la tarea y aprender fueron en orden de preferencia: los ejercicios experimentales (prácticas de laboratorio), el programa interactivo (multimedia)

y videos, los exámenes de tipo experimental, discusión de cuestionarios, exposición con acetatos y solución de hojas didácticas.

La mayoría de los estudiantes con los que se trabajó mencionaron que prefieren estudiar realizando prácticas de laboratorio; sin embargo, encontramos que se les dificulta elaborar el reporte de investigación de la práctica. por lo que pudimos comprobar lo que dice García-Milá (2008) "...los trabajos que analizan las estrategias de razonamiento científico identifican dificultades tanto en los procesos de experimentación como en los de argumentación en todas las edades,...los alumnos presentan gran dificultad en diseñar experimentos que refuten las hipótesis...muestran en general, un sesgo hacia la confirmación de dichas hipótesis...diseñan experimentos en los que las variables no están controladas,...En cuanto a los procesos de argumentación de las conclusiones, los alumnos acostumbran a ignorar o incluso distorsionar datos previos que refutan sus teorías previas y tienen una gran dificultad para eliminar hipótesis alternativas" (p.533).

En este sentido percibimos que los ejercicios prácticos son concebidos más como recetas de cocina donde se juega a hacer experimentos, que a cuestionar hechos o fenómenos. En nuestro caso, la mayoría de los informes de las prácticas de laboratorio realizadas fue muy deficiente, los estudiantes mostraron dificultad desde el planteamiento del objetivo hasta la forma de presentar y discutir los resultados. Por ello debemos los profesores prestar mayor atención en orientar este tipo de trabajos, en primera instancia porque son altamente motivadoras para los estudiantes, son del agrado de la mayoría y porque son una herramienta donde se integran los conocimientos, habilidades y actitudes aunque demandan más tiempo, aspecto en el que nos vimos limitados.

Las investigaciones sobre el aprendizaje de las ciencias desde la perspectiva de Piaget sostienen que a los 12 años inicia el pensamiento formal y al finalizar la adolescencia se consolida, lo que les permite a los estudiantes trabajar con un pensamiento abstracto; sin embargo, en muchos de los casos no sucede así nuestros estudiantes del CCH se les dificulta elaborar hipótesis, relacionar variables y aunque la etapa de las operaciones formales puede ser una condición necesaria para aprender determinados

contenidos científicos no es suficiente, pues en el ámbito educativo la problemática del aprendizaje es multifactorial y subjetivo.

El trabajo con los estudiantes fue favorecido por un clima de confianza y respeto que se implementó desde el primer día de clase con un reglamento para fomentar valores y actitudes positivas en clase y con ello abordar los contenidos actitudinal-valoral, señalados en el PEA.

La información cualitativa enriqueció este trabajo de investigación al proporcionarnos información para hacer una descripción amplia del grupo experimental y control, por ejemplo: la mayoría de los estudiantes viven con ambos padres y en los alrededores del CCH; académicamente pocos fueron los que habían acreditado todas sus materias hasta el momento en que se efectuó la investigación. Un escaso número de alumnos les agrada estudiar la Biología y algunos la eligieron porque pensaban que es más fácil que aprender Física o Química.

Una de las desventajas del instrumento que se diseñó para evaluar los conocimientos antes y después de la intervención pedagógica en ambos grupos de investigación (Cuestionario de conocimientos declarativos sobre metabolismo), fue que incluyó un gran número de reactivos de opción múltiple, en este caso faltó incluir preguntas abiertas para corroborar la interpretación de los estudiantes en relación a los conceptos como: metabolismo, enzimas, fotosíntesis, energía, entre otras. También faltó incluir algunas preguntas de reflexión, como por ejemplo ¿para qué sirve la respiración celular? o ¿quiénes respiran?, pues como menciona Coll (2006 c) "...en la realización de aprendizajes significativos, el alumno construye, modifica, diversifica y coordina sus esquemas, estableciendo de este modo redes de significados que enriquecen su conocimiento del mundo físico y social y potencian su crecimiento personal" (p.179)

Asimismo, faltó incluir tanto en el cuestionario de opinión como en el cuestionario de conocimientos declarativos un breve ejercicio, como un resumen o esquema, sobre el tema estudiado como constancia de su aprendizaje.

Entre las pequeñas dificultades que nos encontramos fueron: en el cuestionario de opinión de los estudiantes sobre las estrategias de trabajo debimos de haberle dado más tiempo a los estudiantes para que resolvieran sin prisa, pues observamos que

suele dar respuestas muy breves y poco reflexivas cuando el tiempo de clase está a punto de culminar.

Otra de las dificultades a la que nos enfrentamos fue que durante la aplicación de la post-evaluación, en el grupo control los estudiantes mostraron desinterés por resolver el CCDM, consideramos que se debió porque no formó parte de su evaluación semestral, esto y el ausentismo provocó que la evaluación se efectuará dos semanas después hasta que el número de estudiantes fueran suficientes para los propósitos de este estudio.

Al entrevistar a la profesora titular del grupo control, corroboró que uno de los problemas que más aqueja al turno vespertino es el ausentismo a clases, que según versiones de los estudiantes, se debe a problemas familiares y al trabajo, pero las observaciones de la profesora señalan que también se debe a conflictos amorosos. Coincidimos con ella en que el círculo de amistades, los lugares a los que acuden a divertirse, la escasa motivación intrínseca son causas de sus inasistencias a clase.

A raíz de este estudio sugerimos algunos temas de investigación a futuro, entre ellos, describir cuáles son las causas que dificultan el aprendizaje del metabolismo, cómo trabajar de manera eficaz las prácticas de laboratorio, diseñar una guía que oriente a los estudiantes en la producción de escritos sobre las prácticas de laboratorio, identificar las concepciones erróneas de los estudiantes en relación al tema de metabolismo, entre otros.

En el bachillerato un estudiante es la persona que se está preparando para cursar una licenciatura o para integrarse al mercado de trabajo. La meta del proceso de enseñanza aprendizaje es que el educando logre una formación que le permita crecer en todos los aspectos por ello, es nuestro deber ético trabajar porque las futuras generaciones egresen con buenas herramientas cognitivas que le auxilien en la carrera universitaria.

Por último, es una satisfacción presentar la culminación de un trabajo que me aportó grandes experiencias tanto en el terreno docente, disciplinar y en la interacción con mi equipo de sínodo quienes me acompañaron desde los primeros semestres de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior a perfilar y mejorar con cada sugerencia el presente trabajo.

Consideró que proponer estudios de posgrado a profesores del CCH, es un proyecto digno de aplaudirse y reconocer que la UNAM se preocupa por ofrecer a su población estudiantil, docentes con calidad, pero también es digno de admirar a los profesores que independientemente de sus intereses se aventuran a la difícil y a veces estresante labor de continuar estudiando y ofrecer una mejor docencia y un reconocimiento a los profesores de MADEMS que con su amplia experiencia y conocimiento inspiran a profesores como nosotros a ser más asertivos en nuestro trabajo escolar.

## REFERENCIAS

- Aldama G. G. (2006). *Práctica docente para renovar el aprendizaje*, (1ª ed.) Naucalpan Estado de México: Esfinge, pp. 22, 23, 52, 62-63
- Alonso T. J. y Montero G.I. (2008). Orientación motivacional y estrategias motivadoras en el aprendizaje escolar. En: *Desarrollo psicológico y educación. Psicología de la educación escolar*, compilación de Cesar Coll, Jesús Palacios y Álvaro Marchesi, (2ª ed.) Madrid: Alianza, pp. 260, 262
- Ander-egg E. (1974). Esquemas o niveles de investigación. Ubicación del problema metodológico: *Introducción a las técnicas de Investigación social para trabajadores sociales*, (8ª ed.) Buenos Aires: HVMANITAS, pp. 35-45
- Ander-egg, E. (1992). *Acerca de la metodología, el método y las técnicas: Reflexiones en torno a los métodos de trabajo social*, (1ª ed.) Buenos Aires: EL ATENEO, pp. 1-11
- Arroyo G. S. (1996). La teoría del aprendizaje significativo, En: *La enseñanza de la Geografía en la escuela secundaria*, Programa para la transformación y el Fortalecimiento Académicos en las Escuelas Normales, Compiladores: Juana Laura Vega Carmona y María Catalina Josefina González Pérez, (1ª ed.) México: SEP, pp. 41-57
- Ausubel D. P., Novak D. J. y Hanesian H. (1983). *Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo*, Trad. Mario Sandoval Pineda y Mauricio Botero, (2ª ed.) México: Trillas, Cap. 2 (pp. 46-85), Cap. 4 (pp. 110-148), Cap. 10 (pp. 308-370), Cap. 15 (pp. 447-480), pp. 513, 518, 522, 525
- Barbera E., Bolivar A., Calvo J. R., Coll C., Fuster J., García Mª. C., Grau R., López C. A., Marrero M., Onrubia J., Pozo J. I. y Yabar J. M. (2000). Constructivismo e intervención educativa, en: *El constructivismo en la práctica*, (1ª ed.) Madrid: Laboratorio educativo GRAÓ, pp. 11-21
- Caamaño A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. En: *Enseñar ciencias*. Coord. María Pilar Jiménez Alexandre. (1ª ed.) Barcelona: GRAÓ, pp. 95-118
- Carretero M. (1993). *Constructivismo y educación*, (8ª ed.) España: AIQUE, pp. 36, 83-84, 91,92, 93,94, 96

- Castellanos S. D., Castellanos S. B., Llivina L. M. J., Silverio G. M., Reinoso C. C. y García S. C. (2007). Capítulo 2. Hacia una educación desarrolladora. En: *Aprender y enseñar en la escuela*, (1ª ed.) Cuba: Pueblo y Educación, pp. 30, 95
- Coll C. (1990). *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*, (1ª ed.) México, D.F: Paidós Educador, pp. 179, 180, 181, 186, 203
- Coll C. (1991). *Psicología y Currículum. Una aproximación psicopedagógica a la elaboración del currículum escolar*. (1ª ed.) México: Paidós, pp.118, 125, 138, 139, 140, 141
- Coll C. (2008). Concepciones y tendencias actuales en psicología de la educación. En: *Desarrollo psicológico y educación. 2. Psicología de la educación escolar*, compilación de Cesar Coll, Jesús Palacios y Álvaro Marchesi, (2ª ed.) Madrid: Alianza, pp. 41, 46, 47, 48, 50
- Coll C. y Martí E. (2008). Aprendizaje y desarrollo: la concepción genético-cognitiva del aprendizaje, en: *Desarrollo psicológico y educación. 2. Psicología de la educación escolar*, compilación de Cesar Coll, Jesús Palacios y Álvaro Marchesi, (2ª ed.) Madrid: Alianza, pp. 68, 82-83
- Coll C., Martín E. y Onrubia J. (2008). La evaluación del aprendizaje escolar: dimensiones psicológicas, pedagógicas y sociales, En: *Desarrollo psicológico y educación. 2. Psicología de la educación escolar*, compilación de Cesar Coll, Jesús Palacios y Álvaro Marchesi, (2ª ed.) Madrid: Alianza, pp. 549, 551, 552
- Contreras D. J. (1994). La didáctica y los procesos de enseñanza-aprendizaje. En: *Enseñanza, currículum y profesorado. Introducción crítica a la didáctica*, (2ª ed. 1994) Madrid-España: Acal, pp. 13, 15
- Contreras G. O. y Del Bosque F. A. E. (2004). *Aprender con estrategia. Desarrollando mis inteligencias múltiples*, (1ª ed.) México: Pax México, pp.15, 47-74
- De Montes Z. G. y Montes G. L. (2004). *Mapas mentales. Paso a paso*, (1ª ed. 2002) México: Alfaomega, pp. 49-90

- De Pablos P. J., *Diccionario Enciclopédico de Didáctica F-Z, (Vol. II)* Directores: Francisco Salvador Mata, José Luis Rodríguez Diéguez y Antonio Bolívar Botía, Puebla, (1ª ed.) México: GILEEDITORES, pp. 276
- Díaz Barriga A. F. y Hernández R. G. (2002). *Estrategias Docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista.* (2º ed.) México, D.F.: Mc Graw Hill, pp. 52-61, 140, 141, 142, 144, 372-374,
- Escotet M. A. (1982). *Estadística psicoeducativa*, Biblioteca técnica de Psicología, (1ª ed.) México: Trillas, pp.149-159, 275-276
- García H. C., Gutiérrez Mª C. y Condemarín G. E. (2005). *A estudiar se aprende*, (9ª ed.) México, D.F.: Alfaomega, pp. 42-49
- García-Milà M. (2008). La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias fisiconaturales: una perspectiva psicológica, En *Desarrollo psicológico y educación 2. Psicología de la educación escolar*. Compilación realizada por Cesar Coll, Jesús Palacios y Alvaro Marchesi, (2ª ed.) Madrid: Alianza, pp. 527, 528, 529-535, 538, 543, 545, 546, 548
- Gimeno S. J. y Pérez G. Á. I. (2002). *Comprender y transformar la enseñanza*, (10ª ed.) Madrid: Morata, pp.333, 336
- Gutiérrez R. R. M. (2006, a). *Acciones constructivistas para la evaluación de los aprendizajes*, (1ª ed.) México: Dos culturas, pp. 28, 39
- Gutiérrez R. R. M. (2006, b). *Manual para el trabajo docente*. (1ª ed.) México: Dos culturas, pp. 20, 21, 22, 25, 107
- Hernández S. R., Fernández C. C. y Baptista L. P. (2003). *Metodología de la Investigación*, (3ª ed.) México: Mc Graw Hill, p. 391
- Hernández R. G. (2006). *Paradigmas en psicología de la educación*, (1ª ed.) México: Paidós Educador, pp.169-209, 178-179, 180-209
- Izquierdo M. C. (2004). *Aprendizaje inteligente*, (1ª. ed.) México: Trillas, pp. 52,124-126, 134, 135, 138, 139, 140

- José R. M<sup>a</sup> y Correa N. (2008). Representación y procesos cognitivos: esquemas y modelos mentales, En: *Desarrollo psicológico y educación. 2. Psicología de la educación escolar*, compilación de Cesar Coll, Jesús Palacios y Álvaro Marchesi, (2<sup>a</sup> ed.) Madrid: Alianza, pp. 117, 145
- López y L. D. A. y Santillán R. D. M<sup>a</sup> E. (2008). *Perfil de ingreso y trayectoria de los alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades, Generación 2007*. (1<sup>a</sup> ed.) Ciudad Universitaria, México D.F.: pp. 9, 10,11, 17
- Martín E. y Solé I. (2008). El aprendizaje significativo y la teoría de la asimilación. En: *Desarrollo psicológico y educación 2. Psicología de la educación escolar*. Compilación realizada por Cesar Coll, Jesús Palacios y Alvaro Marchesi, (2<sup>a</sup> ed.) Madrid: Alianza, pp. 89-100
- Mauri T. y Valls E. (2008). La enseñanza y el aprendizaje de la geografía, la historia y las ciencias sociales: una perspectiva psicológica. En: *Desarrollo psicológico y educación. 2. Psicología de la educación escolar*, compilación de Cesar Coll, Jesús Palacios y Álvaro Marchesi, (2<sup>a</sup> ed.) Madrid: Alianza, pp. 528, 529
- Morán O. P. (2010). Estrategia Metodológica de la Evaluación. Métodos, Técnicas e instrumentos, en: *La Evaluación Cualitativa en los Procesos y Prácticas del Trabajo en el Aula*. IISUE, UNAM, Cap.6
- Moreno R. D., López G. M<sup>a</sup> del R., Cepeda I. M<sup>a</sup> L., Alvarado G. I. R. y Plancarte C. P., (2005). *Diseños de Investigación, El proceso de investigación, (Vol. III)* UNAM, FES IZTACALA, p. 17
- Novak J. y Gowin B. (1984), Mapas conceptuales para el aprendizaje significativo. La técnica heurística para la comprensión y la producción del conocimiento y nuevas estrategias para la planificación de la instrucción. En: *Aprendiendo a aprender*. Tr. Por Juan Campanario y Eugenio Campanario Barcelona, Martínez Roca, UNAM, CISE. pp. 33-75
- Pérez-Vertti R. J. C. (2007). "Evaluación de multimedia como una estrategia de aprendizaje en el tema: ¿Cómo se explica el origen de la diversidad a través del metabolismo?". Tesis de Maestría, no publicada, UNAM, FES IZTACALA, p.48.

- Pessoa de Carvalho A. M<sup>a</sup>. (1997). La construcción del conocimiento y la enseñanza de las ciencias. En: *La enseñanza de la Física en la escuela secundaria. Lecturas*, Programa para la Transformación y el Fortalecimiento Académicos de las Escuelas Normales. Coord. José Antonio Chamizo Guerrero, Armando Sánchez Martínez, (1<sup>a</sup> ed.) México D.F. S.E.P., pp. 121-127
- Piaget J. (1983). *Psicología y Pedagogía*, Los grandes pensadores. Trad. Francisco J. Fernández B, (Tomo 14) España: Sarpe, pp. 27-51
- Pozo J. I. y Gómez C. M. (2004). *Aprender y enseñar ciencia*, (4<sup>a</sup> ed.) Madrid: Morata, pp. 18, 21, 32, 51, 269
- Rice F.P, (2000), *Adolescencia. Desarrollo, relaciones y cultura*, (9<sup>a</sup> ed.) Madrid: Prentice Hall. Madrid. PP. 520
- Rosas D. R. y Sebastián B. C. (2008). *Paiget, Vigotski y Maturana Constructivismo a tres voces*, (1<sup>a</sup> ed.) Buenos Aires: AIQUE, pp. 11, 12, 13, 14-28
- Sánchez E. L. (2007). *Estrategias y hábitos de estudio*, (1<sup>a</sup> ed.) Edo. México: UNAM, FES IZTACALA, pp. 31-33
- Sánchez R. V. (2001). El modelo educativo del bachillerato y los jóvenes, en: *Educación Media Superior, Aportes*, (Vol. 1) Coord. José de Jesús Bazán Levy y Trinidad García Camacho, (1<sup>a</sup> ed.) Ciudad Universitaria, México D.F.: Publicado por el Colegio de Ciencias y Humanidades UNAM, pp. 197-200, 204, 206-207
- Santillán R. D. M<sup>a</sup> E. y López L. D. A. (2006). *Características Socio-escolares y trayectoria. Colegio de Ciencias y Humanidades, Generación 2006*, (1<sup>a</sup> ed.) Dirección General Secretaría de Planeación, UNAM, p. 20
- Savin C., López de la Rosa L. M<sup>a</sup>, Márquez J. y Bohorquez L. (1980). *Biología, Interacción de experimentos e ideas*, (1<sup>a</sup> ed.) México: Limusa, pp. 82-85, 105
- Terán O. R. (2001). Los desafíos de la Enseñanza Media Superior, en: *Educación Media Superior, Aportes*, (Vol. 1) Coord. José de Jesús Bazán Levy y Trinidad García Camacho, (1<sup>a</sup> ed.) Ciudad Universitaria, México D.F.: Publicado por el Colegio de Ciencias y Humanidades UNAM, pp. CCH, p. 105

Vygotsky L. S. (1934). *Pensamiento y lenguaje. Teoría del desarrollo cultural de las funciones psíquicas*. Reeditada por el Instituto de Psicología de la Academia de Ciencias Pedagógicas de Moscú y con la colaboración de Leontiev, Luria y Tieplov (1977), Moscú: Alfa y Omega, pp. 83-116, 91 y 119-158

Zabala A. (2007). Los enfoques didácticos, En: *El constructivismo en el aula*, de Coll César, Martín Elena, Mauri Teresa, Miras Mariana, Onrubia Javier, Solé Isabel y Zabala Antoni, (17ª ed.) México: GRAÓ, pp. 135, 136, 137, 138, 139, 140.

## REFERENCIAS DEL CONTENIDO EN BIOLOGÍA

Alberts B., Bray D., Lewis J., Raff M., Roberts K. y Watson J. D. (2002). *Biología molecular de la célula*, (3ª ed.) Barcelona: Omega, pp. 3-102.69-70

Arechavaleta H.Y. y Carballo H. Á. (2006). *Metabolismo en la diversidad de los sistemas vivos. Estrategias didácticas*, UNAM, CCH Naucalpan, Material impreso para el Seminario permanente de formación y actualización de profesores de Biología y Método experimental del Colegio de Ciencias y Humanidades en el Plantel Naucalpan, agosto del 2006, pp. 22-27

Audesirk T., Audesirk G. y Byers B. E. (2003). *Biología. La vida en la Tierra*, (6ª Ed.) México: Prentice Hall, pp. 99-144, 149-180

Carballo H. Á., Alvares P. J. A. y Hernández J. J. (2000). *¿Cómo se produce y transforma la energía en las células?*, UNAM, Colegio de Ciencia y Humanidades Naucalpan, Dimensión cultural y curricular, Material impreso para el Seminario permanente de formación y actualización de profesores de Biología y Método experimental del Colegio de Ciencias y Humanidades en el Plantel Naucalpan, Estado de México: Número especial 4, marzo del 2000, pp. 25-27

Lehninger A. L., Nelson D. L., Cox M. M. (1995). *Principios de Bioquímica*, (2ª ed.) España: Omega, pp. 5-18, 25-29, 198-233, 331- 354, 364-393, 401, 400-437, 448- 462, 543- 591

Purves W.K, Sadava D., Orians G. H y Heller H. C. (2003). *Vida La Ciencia de la Biología*, (6ª ed.) Madrid, España: Médica Panamericana, pp. 96-151, 114-133, 462, 463

Vázquez M. M. E. y Tuena de Gómez P. M. (2002). *Mitocondria. Una mirada a la evolución de los conceptos básicos y modernos*, (1ª ed.) México: Prado, pp. 11-89.

Voet D. y Voet J. G. (2006). *Bioquímica*, (1ª ed.) España: Medica Panamericana, pp. 425 -494, 458

White A., Handler P., Smith E. L., Hill R. L. y Lehman I. R. (1983). *Principios de Bioquímica*, (2ª ed.) España: Mc Graw Hill, pp.12-38, 173-200, 202-250, 274-283

## REVISTAS

Agenda CCH, (2008), *Semblanza de la historia del Colegio de Ciencias y Humanidades. El proyecto Nueva Universidad*. Coordinado por Alejandro García, Antonio Nájera Flores, Mercedes Olvera Pacheco, Porfirio Carrillo y Roberto Contreras Ordaz. (Edición especial) Publicada por la Dirección General de CCH, Ciudad Universitaria, pp. 14- 19, 20

CCH y UNAM, (febrero de 2006). *Años recientes, años por venir*, editado por la Dirección General del CCH, UNAM (Coord. Hugo Miguel Moreno Pérez y Rocío Archundia Garduño), pp. 5-16

Gaceta CCH, Año XXII, (11 de julio de 1996). *Aprueba el CAB el Plan y los Programas de Estudio Actualizados*, 25 Aniversario del CCH, Número especial, pp. 1-12

*Gaceta, UNAM, (1º de febrero de 1971), Se creó el Colegio de Ciencias y Humanidades*, Tercera época, Vol II, Número extraordinario, pp. 55-56, 58-64

Morán, O. P. (2010), *Aproximaciones Teórico-Methodológicas en torno al uso del portafolio como estrategia de evaluación del alumno en la práctica docente*. Experiencia en un curso de Laboratorio de Didáctica en la Docencia Universitaria, Revista Perfiles Educativos No. 128, IISUE, UNAM, 2010, pp. 1-34

Moreno P. H. M. (mayo del 2006) *Plan General de Desarrollo del CCH, 2006-2010, UNAM, CCH, Ciudad Universitaria*, p. 7

*Plan de Estudios Actualizado (PEA)* (julio de 1996), Publicada por el Colegio de Ciencias y Humanidades, Unidad Académica del Ciclo de Bachillerato, en su 25 aniversario, pp. 5-6, 35, 46, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 78

Programas de Estudio de Biología III y IV (PEB III y IV) (quinto y sexto semestres) (julio de 2004), Área de Ciencias Experimentales. UNAM, CCH, pp. 3, 4, 5,6, 21, 22, 23, 24, 25, 28, 29

Robles U.J.E. (octubre-diciembre 2005). Estudio exploratorio sobre los programas, en: *Revista Eutopía*, No. 8, Publicación trimestral de la Dirección General del Colegio de Ciencias y Humanidades, Director José de Jesús Bazán Levy, p. 59

## REFERENCIAS DE INTERNET

Statistical Package for the Social Sciences; para Windows XP, desarrollado por la Universidad de Chicago y para mayor información véase la página *Introducción al SPSS*. (2006).

Obtenido el día 9 de mayo de 2008, en la página de internet:

[http://e-stadistica.bio.ucm.es/web\\_spss/proc\\_regresion.html](http://e-stadistica.bio.ucm.es/web_spss/proc_regresion.html)

Viniegra G. G. y Álvarez Z. S. (2004). *La enseñanza de la glucólisis orientada a la ingeniería metabólica y apoyada con imágenes*. En: *Mensaje Bioquímico*, (Vol. XXVIII) Departamento Bioquímica, Fac. Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México. (Eds.) Flores Herrera O, Riveros Rosas H, Sosa Peinado A, y Vázquez Contreras E.

Obtenido el día 21 de marzo de 2008, en la página de internet:

<http://bq.unam.mx/mensajebioquimico>

[http://bq.unam.mx/wikidep/pmwiki.php/Mensaje Bioquímico/Home Page/](http://bq.unam.mx/wikidep/pmwiki.php/Mensaje_Bioquímico/Home_Page/)

[http://laguna.fmedic.unam.mx/mensajebioquimico/Mensaje\\_Bioq04v28p155\\_Viniegra\\_09.pdf](http://laguna.fmedic.unam.mx/mensajebioquimico/Mensaje_Bioq04v28p155_Viniegra_09.pdf)

Vielma V. E. y Salas M. L. (2000). *Aportes de las teorías de Vygotsky, Piaget, Bandura y Bruner. Paralelismo en sus posiciones en relación con el desarrollo*, Revista Educare, Artículos, junio 2000, No. 9, Año 3, Vol. 3, Universidad de los Andes Mérida, Venezuela, pp. 30-37

Obtenido el día 2 de mayo del 2009, en la página de internet:

<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/356/35630907.pdf>

## **APÉNDICE A**

- ANEXO 1 Contenido teórico de la Unidad I, de Biología III
- ANEXO 2 Planeación didáctica
- ANEXO 3 Actividades por sesión

## **APENDICE B**

- ANEXO 1 Cuestionario sociodemográfico.
- ANEXO 2 Cuestionario de conocimientos declarativos sobre metabolismo.
- ANEXO 3 Lista de cotejo de la actuación docente o guía de evaluación continua.
- ANEXO 4 Cuestionario de opinión de los estudiantes sobre las estrategias de enseñanza.
- ANEXO 5 Formato de evaluación de las actividades realizadas durante la intervención pedagógica.
- NEXO 6 Formato para el control de asistencia.

**TEMA I**  
**Metabolismo**

La información que se presenta en este anexo corresponde a la parte teórica de los contenidos declarativos del Programa de Estudios de Biología III, Unidad I, que fueron la guía para elaborar la estrategia didáctica constructivista.

Se concibe al metabolismo como el “proceso global a través del cual los sistemas vivos adquieren y utilizan energía libre para realizar sus diferentes funciones. Este proceso se efectúa acoplando las reacciones exergónicas de oxidación de nutrientes a los procesos endergónicos necesarios para mantener el estado vital, tales como el trabajo mecánico, el transporte activo de moléculas contra gradientes de concentración y la biosíntesis de moléculas complejas” (Voet y Voet, 2006, p. 424)

Para Purves y Sadava, Orians y Heller (2003), las miles de reacciones químicas que tienen lugar en las células de los organismos conforman el metabolismo.

Las reacciones químicas se clasifican de acuerdo a si contribuyen a:

1. Construir la complejidad de la célula, utilizando energía para hacerlo.
2. Romper las sustancias más simples, liberando energía en el proceso.

Por ello, los seres vivos deben obtener energía de su ambiente; ya que ninguna célula la produce al margen de su entorno.

Lehninger, Nelson y Cox (1995), opinan que el metabolismo es una actividad celular muy coordinada y dirigida, en la que muchos sistemas multienzimáticos cooperan para cumplir cuatro funciones:

1. Obtener energía química a partir de la captura de energía solar o degradando nutrientes obtenidos del ambiente.
2. Convertir moléculas nutrientes en precursores macromoleculares.
3. Polimerizar precursores monoméricos a proteínas, ácidos nucleicos, lípidos, polisacáridos, y otros componentes celulares.
4. Sintetizar y degradar biomoléculas requeridas en funciones celulares especializadas.

Se coincide con Lehninger y cols., (1995) cuando mencionan que el metabolismo es la suma de todas las transformaciones químicas que se producen en una célula u organismo, estas reacciones son catalizadas por enzimas y conforman las rutas metabólicas. Cada paso consecutivo de dichas rutas se va dando un pequeño cambio químico específico, que puede ser la eliminación, transferencia o adición de un átomo, de un grupo funcional o de moléculas específicas.

Desde el punto de vista físico, la energía se define como la capacidad para realizar trabajo y para el bioquímico representa la capacidad de cambio.

De manera general podemos distinguir dos tipos de energía que tienen lugar en las células. La energía cinética o energía de movimiento, donde el trabajo que se realiza es alterar el estado o movimiento de la materia, por ejemplo; la luz (movimiento de fotones), el calor (movimiento de moléculas), la electricidad (movimiento de partículas con carga eléctrica) y el movimiento de objetos grandes. El otro tipo de energía se refiere a la potencial o energía almacenada en una batería, en un clavavista a punto de

lanzarse o la que se encuentra almacenada en los enlaces que mantienen unidos a los átomos o las moléculas (Audesirk y Byers, 2003).

Las reacciones que suceden en el metabolismo se pueden dividir en dos tipos:

- Las reacciones anabólicas (anabolismo) que son utilizadas para unir moléculas simples y formar moléculas más complejas. La síntesis de una proteína a partir de aminoácidos es anabólica. Las reacciones anabólicas almacenan energía en los enlaces químicos que se forman.
- Las reacciones catabólicas (catabolismo) rompen moléculas complejas en moléculas simples y con esta acción liberan la energía almacenada (Purves y cols., 2003).

Ambas reacciones suelen acoplarse, es decir, la energía liberada en las reacciones catabólicas es utilizada para impulsar reacciones anabólicas.

### **Primera y Segunda ley de la Termodinámica**

La energía es tan importante que las actividades celulares como el crecimiento, el transporte activo de iones a través de una membrana no ocurren sin ella.

Existen dos leyes de la física que gobiernan las transformaciones de la energía. En el siglo XIX, las observaciones realizadas por físicos y químicos, condujeron a la formulación de estas dos leyes fundamentales de la termodinámica.

La primera ley establece el principio de conservación de la energía: *“en cualquier cambio físico o químico, la cantidad total de energía en el universo permanece constante, aunque pueda cambiar la forma de energía”* (Lehninger y cols., 1995, p.365). Por ejemplo, cuando se conduce un automóvil se transforma la energía potencial química de la gasolina en energía cinética de movimiento y calor. La cantidad total de energía no cambia, aunque su forma sí.

En termodinámica se define un sistema como la parte del universo que nos interesa, puede ser una reacción o un organismo, y el resto del universo vendría a ser el entorno. Un sistema es abierto o cerrado a medida que pueda o no intercambiar materia y energía con su entorno. Los organismos vivos son un caso de sistemas abiertos (capturan nutrientes, liberan productos desechos, realizan y son sujetos de trabajo e intercambian calor). Sus unidades son las células, que por intercambiar materia y energía con su medio son sistemas abiertos (Voet y cols., 2006).

Por el contrario, un sistema cerrado es aquel que se considera perfectamente aislado y en consecuencia no intercambia materia ni energía con el medio circundante. Audesirk y cols., (2003) mencionan que si en un sistema no hay aporte ni disipación de energía su cantidad se mantiene constante.

Los procesos donde el sistema libera calor se conocen como exotérmicos (del griego: *exo*, fuera) y aquellos en los que el sistema gana calor se denominan endotérmicos (del griego: *endon*, dentro).

La segunda ley de la termodinámica dice que el universo tiende continuamente hacia un mayor desorden: *“en todos los procesos naturales, aumenta la entropía del universo”* (Lehninger y cols., 1995, p.365). Como ya se dijo, la energía no puede ser creada ni destruida, sin embargo, cuando es convertida de una forma a otra, algo de esta energía pierde su capacidad para realizar trabajo. En otras palabras ningún proceso físico, ni reacción química es 100% eficiente y no toda la energía liberada puede ser convertida en trabajo. Parte de la energía se presenta en una forma asociada con el desorden

incapaz de realizar trabajo (Purves y cols., 2003). Por lo tanto, no toda la energía puede ser utilizada en un sistema:

$$\text{Energía total (H)} = \text{Energía Utilizable (G)} + [\text{Energía Inutilizable (S)} \times \text{Temperatura absoluta (T)}]$$

En los sistemas biológicos la energía total resulta un valor que no difiere sustancialmente de la entalpía (H). La energía utilizable es la que puede realizar trabajo y se conoce como energía libre (G) esta es la que requieren las células para llevar a cabo todas sus reacciones químicas tan fundamentales al crecimiento y división como otros muchos procesos.

La energía inutilizable está representada por la entropía (S) y el producto de la variación de ésta por la temperatura absoluta (T), constituye un parámetro que sumado a la energía libre refiere ese contenido de energía que en las condiciones de los seres equivale al cambio de entalpía. La ecuación se representa de la siguiente manera:  $H = G + TS$ .

La segunda ley también establece que como resultado de las conversiones energéticas, el desorden tiende a aumentar en el universo.

Tanto los cambios químicos, como los físicos involucrados en los procesos biológicos contribuyen a aumentar la entropía del universo, aún cuando los sistemas biológicos disminuyan su entropía, provocan un desorden mayor en el medio, de tal manera que el efecto total es el aumento en el desorden del universo (Purves y cols., 2003). Esta tendencia hacia el desorden da una direccionalidad a los procesos físicos y a las reacciones químicas. De esta manera se explica por qué algunas reacciones ocurren en una dirección más que en otra. Una reacción química representa un proceso donde se forman y rompen enlaces que mantienen unidos a los átomos. Las reacciones químicas convierten los reactivos, en otro tipo de sustancias (productos).

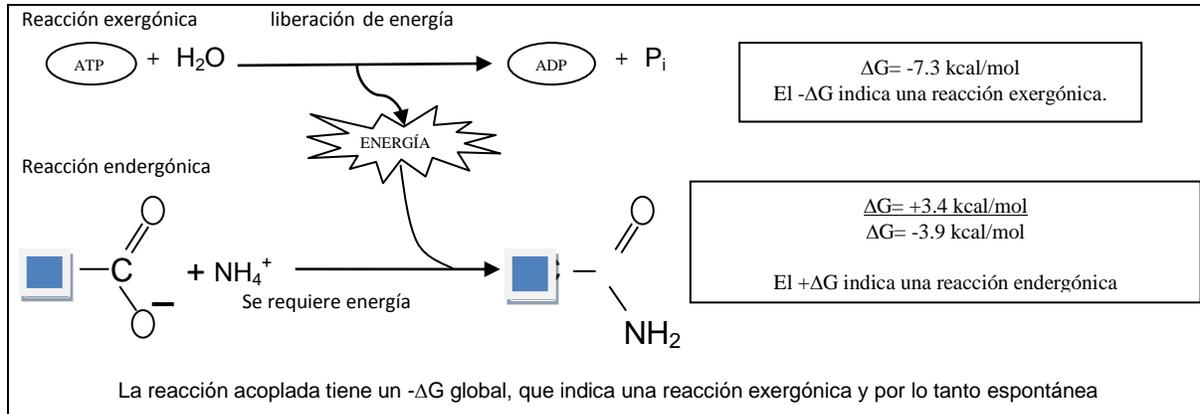
Las reacciones pueden ser de tipo:

- a. Exergónicas si los reactivos contienen más energía que los productos. Por lo tanto, la reacción libera energía.
- b. Endergónicas cuando los productos contienen más energía que los reactivos, en este caso las reacciones requieren un aporte de energía de alguna fuente externa (Audesirk y cols., 2003).

Por ejemplo, el azúcar que los cuerpos de los corredores utilizan como combustible contiene más energía que el  $\text{CO}_2$  y el  $\text{H}_2\text{O}$  que se producen cuando el azúcar se descompone. La energía sobrante se libera como movimiento molecular y calor. En la combustión del azúcar también se libera energía, sin embargo, una cucharada de azúcar no arde por sí sola requiere de un aporte inicial de energía o “empujón” conocido como energía de activación. Todas las reacciones químicas la necesitan para efectuar los cambios necesarios en la materia.

Por último, resaltamos la importancia de las reacciones acopladas, éstas se dan cuando las reacciones exergónicas que liberan energía auxilian a las reacciones endergónicas que necesitan energía para realizarse. Por ejemplo, la fotosíntesis es una reacción acoplada. La reacción exergónica se efectúa en el Sol y la endergónica, en la planta. Una gran parte de la energía liberada por el Sol se pierde como calor, en este caso la segunda ley de la termodinámica se cumple porque la energía utilizable disminuye (Audesirk y cols., 2003)

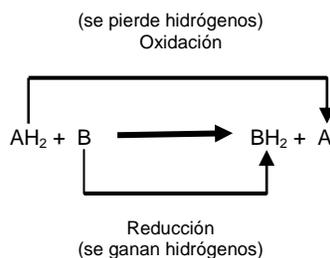
La energía que se requiere o que se libera en los diferentes sitios de la célula necesitan una forma de transferirla de un lugar a otro y para ello es primordial la función de las moléculas portadoras de energía como el trifosfato de adenosina (ATP) es la más común pero más adelante, se mencionarán otras.



Esquema 1. Muestra el acoplamiento de la hidrólisis del ATP a una reacción endergónica. La síntesis del aminoácido glutamina a partir del glutamato un ión amonio es endergónica y debe estar acoplada con la hidrólisis exergónica del ATP (Purves y cols., 2003, p. 103).

## Reacciones de oxidación-reducción

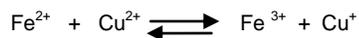
La transferencia de uno o más electrones de una sustancia a otra se conoce como reacción de oxidorreducción o reacción redox. A la ganancia de uno o más electrones por un átomo, ión o molécula se le denomina reducción y a la pérdida de uno o más electrones se conoce como oxidación. También, sucede una oxidación o reducción cuando se pierden o ganan hidrógeno, ya que la transferencia de hidrógeno equivale a ceder o ganar electrones ( $\text{H} = \text{H}^+ + \text{e}^-$ ). Por lo tanto, cuando una molécula pierde un átomo de hidrógeno, se oxida y si los gana se reduce, ejemplo (Purves y cols., 2003):



En una reacción redox, la oxidación y reducción están acopladas, por lo tanto siempre ocurren juntas. A medida que un material se oxida, los electrones que pierde son transferidos al otro material, reduciéndolo. En este tipo de reacciones el reactivo que se reduce se llama agente oxidante y al que se oxida, agente reductor.

Lehninger y cols., (1995) proponen cuatro maneras de transferir electrones de una molécula a otra:

1. “Se pueden transferir directamente como *electrones*. Así, el par redox  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$  puede transferir un electrón al par redox  $\text{Cu}^+/\text{Cu}^{2+}$ ”

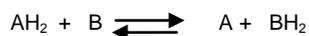


2. Los electrones se pueden transferir en forma de *átomos de hidrógeno*. ...un átomo de hidrógeno consiste en un protón ( $\text{H}^+$ ) y un electrón ( $\text{e}^-$ ). ...la ecuación general es



Donde  $\text{AH}_2$  actúa como dador de hidrógeno (o electrón).

$\text{AH}_2$  y  $\text{A}$  conjuntamente constituyen un par redox conjugado que puede reducir otro compuesto  $\text{B}$  por transferencia de átomos de hidrógeno:



3. Los electrones se pueden transferir de un dador electrónico a un aceptor en forma de ion hidruro ( $\text{H}^-$ ), que incluye dos electrones, tal como sucede con las deshidrogenasas ligadas a NAD.
4. También tiene lugar la transferencia de electrones cuando hay una combinación directa de un reductor orgánico con *oxígeno*, para dar un producto en el que el oxígeno está incorporado de manera covalente, tal como sucede en la oxidación de un hidrocarburo a alcohol:



En esta reacción el hidrocarburo es el dador electrónico y el átomo de oxígeno es el aceptor electrónico” (p. 386).

Estas reacciones son importantes porque los seres vivos obtienen energía libre a partir de ellas. En la fotosíntesis, el  $\text{CO}_2$  es reducido (gana electrones) y el  $\text{H}_2\text{O}$  es oxidado (pierde electrones) para formar carbohidratos y  $\text{O}_2$ , en un proceso endergónico impulsado por la energía de la luz solar.

En el metabolismo aeróbico, realizado por todos los eucariotas y por muchos procariontes, tiene lugar un proceso inverso a la reacción global de la fotosíntesis, que permite almacenar la energía libre producida en la oxidación de los carbohidratos y de otros compuestos orgánicos, en forma de ATP.

## 1.1 Enzimas

Históricamente, los catalizadores biológicos fueron descritos por primera vez a principios del siglo XIX, en estudios sobre la digestión de la carne por secreciones del estómago y la conversión del almidón en azúcar por la saliva y diversos extractos vegetales. En 1850, Louis Pasteur concluyó que la fermentación del azúcar a alcohol por la levadura era catalizada por fermentos. Estos fermentos, fueron llamados posteriormente enzimas, y se encontraban en las células de levadura vivas, esta idea prevaleció muchos años.

En 1897, Eduard Buchner descubrió que las enzimas que intervienen en la fermentación pueden funcionar cuando se separan de la estructura de las células vivas.

Esto alentó a los bioquímicos a aislar y examinar varias enzimas diferentes y estudiar sus propiedades catalíticas.

El aislamiento y cristalización de la ureasa por James Sumner en 1926, dio gran impulso a los primeros estudios sobre las propiedades de enzimas. Sumner encontró que los cristales de ureasa eran principalmente proteína por lo que postuló que todas las enzimas son proteínas (Lehninger y cols., 1995, p.199)

Ahora se sabe que la variedad de reacciones que tienen lugar en los sistemas vivos son mediadas, en su mayoría por catalizadores biológicos llamados enzimas. Un catalizador “es cualquier sustancia que acelera una reacción química sin consumirse” (Purves y cols., 2003, p.103).

A excepción de un pequeño grupo de moléculas de RNA catalítico (ribozimas) todas las enzimas son proteínas con una forma tridimensional compleja; para Lehninger y cols., (1995) las enzimas poseen un poder catalítico, superior al de los catalizadores sintéticos. Tienen un alto grado de especificidad con sus sustratos (véase esquema 2), aceleran reacciones químicas específicas, y funcionan en soluciones acuosas, a bajas temperaturas y pH.

Sin embargo, su actividad se ve afectada cuando se desnaturalizan o descomponen en los aminoácidos que las componen, por ello es importante conservar su estructura primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria, para poder realizar adecuadamente su función.

Para llevar a cabo lo anterior, algunas enzimas requieren de:

- Un cofactor: un componente químico adicional como uno o varios iones inorgánicos entre ellos el  $Fe^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$  o  $Zn^{2+}$ .
- Una coenzima: un complejo orgánico o metalo-orgánico, por ejemplo la Coenzima A (CoA). Las coenzimas actúan como transportadores transitorios de grupos funcionales específicos (Lehninger y cols., 1995).

Un enzima completo, catalíticamente activo junto con su coenzima y/o iones metálicos, se denomina holoenzima. La parte proteica de tal enzima se denomina apoenzima o apoproteína.

## Clasificación de las enzimas

La nomenclatura correspondiente a las enzimas radica en añadir el sufijo “asa” al nombre de su sustrato o a una palabra o frase que describe su actividad, por ejemplo la ureasa cataliza la hidrólisis de la urea y la DNA polimerasa cataliza la síntesis de DNA.

Clasificación Internacional de Enzimas		
N°	Clase	Tipo de reacción catalizada
1	Oxidorreductasas	Reacciones de oxidación -reducción
2	Transferasas	Transferencia de grupos funcionales
3	Hidrolasas	Reacciones de hidrólisis
4	Liasas	Eliminación de grupos para formar enlaces dobles
5	Isomerasas	Transferencia de grupos dentro de moléculas dando formas isoméricas.
6	Ligasas	Formación de enlaces C-C, C-S, C-O y C-N, mediante reacciones de condensación acopladas a la rotura de ATP

Clasificación de las enzimas. La mayoría de las enzimas catalizan la transferencia de electrones, átomos o grupos funcionales. Por tanto, se clasifican, asignándoles número de código y nombre según el tipo de reacción de transferencia, grupo dador y aceptor (Voet y cols., (2006) y Lehninger y cols., 1995, p.201).

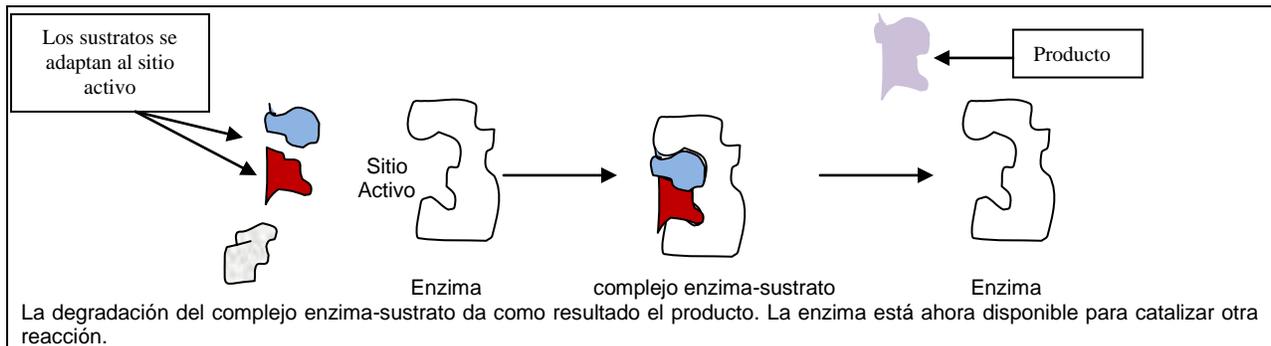
## Función de las enzimas

La función de una enzima está relacionada con su estructura. Poseen una “bolsa” que recibe el nombre de sitio activo, donde pueden entrar las moléculas de los reactivos, llamados sustratos (Audesirk y cols., 2003).

El sitio activo cuenta con una forma y distribución de cargas eléctricas específicas dispuestas a complementarse con las del sustrato. Como la enzima y el sustrato deben acoplarse, sólo ciertas moléculas pueden entrar en el sitio activo (Véase esquema 2).

Para catalizar una reacción las enzimas realizan lo siguiente:

1. Inicialmente, la forma y la carga del sitio activo “obligan” a los sustratos a entrar en la enzima con una orientación específica.
2. La entrada de los sustratos en el sitio activo, provoca que ambos cambien de forma. Debido a que ciertos aminoácidos dentro de la parte de la proteína que compone el sitio activo se unen temporalmente a los átomos de los sustratos, ocurren interacciones eléctricas entre los aminoácidos del sitio activo y los sustratos, lo cual provoca distorsión en los enlaces químicos internos de los sustratos. Cuando termina la última reacción entre los sustratos, el o los productos ya no encajan en el sitio activo por lo que son expulsados.
3. Todos los cambios temporales que tuvieron lugar en la enzima (de forma, carga y patrones de enlace) se revierten y la enzima recupera su configuración original y está lista para volverse a usar (Audesirk y cols., 2003).



Esquema 2. Una enzima es un catalizador proteico con un sitio activo capaz de unirse a uno o más sustratos. El complejo enzima sustrato proporciona el producto y la enzima libre. Esquema tomado de Purves y cols., (2003, p.104).

Audesirk y cols., (2003), mencionan que las células regulan la cantidad y la actividad de sus enzimas de las siguientes formas:

- Regulando la síntesis de enzimas ajustándola a sus necesidades. Las reacciones pueden efectuarse si se cuenta con las enzimas requeridas.
- Las células sintetizan algunas enzimas en forma inactiva y sólo las activan cuando las requieren.
- Las células inhiben la síntesis o activación de enzimas cuando tienen suficiente cantidad de producto de la enzima (inhibición por retroalimentación).
- Algunas enzimas están sujetas a regulación alostérica. La acción enzimática se intensifica o inhibe mediante pequeñas moléculas orgánicas que actúan como reguladores. El regulador puede ser el producto final de una serie de reacciones en las que la enzima participa. La molécula reguladora se une a un sitio regulador

alostérico especial de la enzima y como resultado, el sitio activo se transforma y la enzima podría volverse más o menos capaz para unirse con sus sustratos.

- En algunos casos se da la inhibición competitiva donde dos o más moléculas con estructura similar compiten por el sitio activo de una enzima.
- Las enzimas son sensibles al ambiente, pueden funcionar a un pH 6, 8 y de manera óptima a un pH 7 (neutro). Un pH muy ácido alteraría su estructura y su función. Un ambiente salino alteraría la estructura tridimensional lo que anularía su función debido a que las sales se disocian y forman iones.
- La temperatura afecta la velocidad de las reacciones catalizadas por las enzimas, debido a que las moléculas se mueven con mayor rapidez aumentando la probabilidad de que los movimientos aleatorios tengan contacto con el sitio activo de la enzima. Sin embargo con las bajas temperaturas las reacciones se frenan.

## 1.2. Rutas metabólicas

Las reacciones químicas catalizadas por las enzimas en el interior de las células se encuentran organizadas en secuencias de reacciones sucesivas llamadas rutas, donde el producto de una reacción pasa a ser el reactivo de la siguiente. Como ya se ha dicho, algunas de estas secuencias degradan nutrientes orgánicos transformándolos en productos simples, con el fin de extraer de ellos energía química útil para la célula. Al conjunto de estas reacciones degradativas se denomina catabolismo. Existen otras rutas que parten de pequeñas moléculas precursoras y las convierten en moléculas progresivamente mayores y más complejas, tal es el caso de las proteínas y los ácidos nucleicos; estas rutas requieren un aporte de energía y se les denomina anabolismo. Esta compleja red de reacciones catalizadas por enzimas conforma el metabolismo celular (Lehninger y cols., 1995, p.12)

También se conocen como vías metabólicas a las secuencias de reacciones químicas catalizadas por enzimas, donde el producto de una reacción es el sustrato de la siguiente y el producto de éste es el sustrato del que sigue así sucesivamente hasta completar la ruta.

Las rutas metabólicas pueden ser lineales, ramificadas o cíclicas. Para Voet y cols., (2006) las vías metabólicas son una serie de reacciones enzimáticas consecutivas que generan productos específicos. Las sustancias reaccionantes, intermediarios y los productos que se van generando se llaman metabolitos.

Algunos aspectos que se consideran importantes en las vías metabólicas de las células según Purves (2003, p.114) son:

- “Las transformaciones químicas complejas en la célula no ocurren en una reacción única, sino en un número de pequeños pasos conectados en una vía.
- Cada reacción esta catalizada por una enzima específica.
- Las vías metabólicas son similares en todos los organismos.
- Muchas vías metabólicas suceden en diferentes lugares, es decir algunos ocurren dentro de los organelos.
- Las vías metabólicas en los organismos están reguladas por pocas enzimas”.

Por su parte Voet y cols., (2006) señalan cuatro características principales de las vías metabólicas:

1. *Las vías metabólicas son irreversibles*: Esta característica le da dirección a la vía. Si en determinado caso dos metabolitos fueran interconvertibles metabólicamente, la vía que conduce del primero al segundo debe diferir de la vía que lleva del segundo al primero, porque si la vía del primer metabolito al segundo es exergónica, entonces para que funcione en sentido contrario debe suministrarse energía. Por ello requiere de una vía diferente.

2. *Cada vía metabólica tiene una etapa obligada*: Al principio de cada vía existe una reacción irreversible (exergónica) que obliga al intermediario que se produce a continuar a lo largo de la vía.

3. *Todas las vías metabólicas están reguladas*: El control se da regulando las enzimas que catalizan la primera etapa obligada con el objeto de controlar el flujo de metabolitos, es obligada, irreversible y funciona lentamente por lo que los productos y sustratos se equilibran. De esta forma se limita la velocidad y evita la síntesis innecesaria de metabolitos.

4. *En las células eucarióticas, las vías metabólicas se desarrollan en lugares específicos de las células*: La síntesis de metabolitos en orgánulos subcelulares específicos hace que su transporte entre estos compartimentos sea una parte fundamental del metabolismo eucariótico. Las membranas biológicas son permeables selectivamente a los metabolitos, ya que presentan proteínas transportadoras específicas. Por ejemplo, el ATP se genera en las mitocondrias pero se utiliza en el citoplasma celular.

Voet y cols (2006) proponen que una vía puede ser estudiada en tres niveles:

Primero.- por la secuencia de reacciones donde un nutriente específico se transforma a productos finales y la energética de estas transformaciones.

Segundo.- Los mecanismos por los que cada intermediario se transforma al siguiente. Para ello se requiere aislar, analizar y caracterizar a las enzimas específicas que catalizan cada reacción.

Tercero.- estudiar sólo los mecanismos de control que regulan el flujo de metabolitos a través de la vía metabólica. Considerando las necesidades del organismo.

Caracterizar cualquiera de estos niveles requiere de un conocimiento amplio y del auxilio de otras disciplinas por lo que el tema llega a tornarse difícil, no sólo para el profesor, quien debe de documentarse bibliográficamente y apoyarse en materiales experimentales y visuales. Además, éste debe implementar la estrategia más idónea para que los estudiantes se motiven con su estudio y no provoque aburrimiento y con ello el desinterés. Esto depende en gran medida de las características del grupo de estudiantes a quienes se dirige la labor docente.

## **TEMA II**

### **Diversidad de los sistemas vivos y metabolismo**

Las primeras células denominadas primigenias aparecieron aproximadamente 3,500 millones de años en un ambiente rico en compuestos orgánicos, es posible que se trataran de organismos quimioheterótrofos (Lehninger y cols.,, 1995). En el ambiente primitivo de la Tierra fue viable que los compuestos orgánicos se sintetizaran a partir de CO, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>. En este contexto los heterótrofos primitivos deben haber adquirido gradualmente la capacidad de obtener energía y usarla para la síntesis de sus propias

moléculas precursoras; por ello, fueron seleccionándose positivamente los menos dependientes del suministro externo de estas moléculas.

La formación de pigmentos capaces de capturar la luz visible del sol y de usar su energía en la reducción o “fijación” del  $\text{CO}_2$  fue un acontecimiento evolutivo significativo, ya que permitió producir compuestos orgánicos más complejos.

Es probable que el donador de electrones (átomos de hidrógeno) de estos organismos fotosintéticos fuera el sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ), que dio como producto secundario el azufre y en algún momento las células desarrollaron la capacidad enzimática de utilizar  $\text{H}_2\text{O}$  como donador de electrones en las reacciones fotosintéticas, y así producir oxígeno ( $\text{O}_2$ ). Las cianobacterias son los modernos descendientes de esos primitivos productores fotosintéticos (Lehninger y cols., 1995)

Como este ambiente primitivo terrestre se encontró ausente de  $\text{O}_2$ , predominaron células primitivas anaeróbicas; sin embargo, con el tiempo, la evolución de células fotosintéticas productoras de  $\text{O}_2$ , enriqueció la atmósfera de este elemento y abrieron paso a organismos aeróbicos, quienes obtenían su energía mediante la oxidación de compuestos orgánicos.

Los organismos aeróbicos disfrutaron de ventajas energéticas sobre los anaeróbicos cuando ambos competían en un ambiente que contenía  $\text{O}_2$ . Esta ventaja provocó el predominio de los organismos aeróbicos en ambientes ricos en  $\text{O}_2$ .

Actualmente las bacterias modernas habitan diversidad de nichos ecológicos y son capaces de usar casi todos los tipos de compuestos orgánicos como fuente de carbono y energía. Las bacterias desempeñan un papel importante en los intercambios biológicos de materia y energía. Las fotosintéticas de aguas dulces y saladas captan la energía solar y la utilizan en la formación de glúcidos y otros compuestos celulares, los cuales son utilizados como alimento por otras formas de vida. Algunas bacterias pueden captar el nitrógeno molecular ( $\text{N}_2$ ) de la atmósfera y utilizarlo en la formación de compuestos nitrogenados en un proceso llamado fijación del nitrógeno. Los animales y la mayor parte de las plantas no son capaces de llevar a cabo estas reacciones, por ello, las bacterias constituyen el punto de partida de muchas cadenas alimentarias en la biosfera. También actúan como consumidores finales, degradando las estructuras orgánicas de los animales y plantas muertos (Lehninger y cols., 1995).

Aproximadamente hace 1,500 millones de años, el registro fósil mostró evidencia de organismos complejos, es muy probable que las primeras células eucarióticas provinieran de la endosimbiosis de células procariontas. Este proceso requirió de tres cambios principales según Lehninger y cols., (1995):

Primero, al ir adquiriendo las células mayor cantidad de DNA, aparecieron mecanismos que permitieron su plegamiento en complejos discretos con proteínas específicas (histonas). Estos complejos proteína-DNA (conocidos como cromosomas, del griego *chroma*, “color” y *soma*, “cuerpo”) se hicieron compactos durante la división celular, momento en el cual se visualizan como fibras de cromatina en el microscopio óptico. “Segundo, al aumentar el tamaño de las células se desarrolló un sistema de membranas intracelulares una membrana doble que rodea al DNA. Esta membrana segrega el proceso nuclear de síntesis de RNA a partir de un molde de DNA del proceso citoplasmático de la síntesis de proteínas en los ribosomas.

Tercero, las células eucarióticas primitivas, incapaces de tener el metabolismo aeróbico o llevar a cabo la fotosíntesis, al conjugar sus ventajas con las de las bacterias aeróbicas o fotosintéticas formaron asociaciones endosimbióticas que se convirtieron

en permanentes. Algunas bacterias aeróbicas evolucionaron y dieron lugar a las mitocondrias de los eucariotas modernos y algunas cianobacterias fotosintéticas se convirtieron en los cloroplastos de las modernas células vegetales” (p.28-29). La evolución de las primeras células eucarióticas, condujo a la formación de una diversidad de organismos unicelulares eucarióticos, algunos poseían cloroplastos; otros no eran fotosintéticos. Otros se caracterizaron por ser unicelulares y otros multicelulares (Lehninger, 1995)

## 2.1 Quimioautótrofos, quimioheterótrofos, fotoautótrofos y heterótrofos

Una forma de estudiar la diversidad metabólica de los organismos es ubicando su fuente de nutrientes, en este sentido encontramos cuatro categorías: fotoautótrofos, fotoheterótrofos, quimioautótrofos y quimioheterótrofos (Curtis y Barnes, 2006)

Los fotoautótrofos son fotosintéticos. Utilizan la luz como fuente de energía y el  $\text{CO}_2$ , como fuente de carbono. De la misma manera que los eucariotas fotosintéticos, las cianobacterias, un grupo de bacterias fotoautotróficas, utilizan clorofila *a* como pigmento fotosintético y producen oxígeno (fotofosforilación no cíclica).

Algunas bacterias fotosintéticas utilizan bacterioclorofila como pigmento fotosintético sin liberar  $\text{O}_2$ . Estos fotosintetizadores producen partículas de azufre puro porque es el sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ), en lugar del  $\text{H}_2\text{O}$ , su dador de electrones para la fotofosforilación. La bacterioclorofila absorbe luz de longitudes de onda larga por ello, pueden crecer debajo de las gruesas capas de algas.

Los fotoheterótrofos utilizan la luz como fuente de energía, pero deben obtener sus átomos de carbono de compuestos orgánicos fabricados por otros organismos. Utilizan como “alimento” orgánico los carbohidratos, ácidos grasos, y alcoholes (Curtis y Barnes, 2006).

Los quimioautótrofos obtienen su energía oxidando sustancias inorgánicas y utilizan parte de esa energía para fijar el  $\text{CO}_2$ . Algunos utilizan reacciones parecidas a las del ciclo fotosintético de reducción del carbono, otras bacterias oxidan amoníaco o iones nitrito para formar iones nitrato. Otras oxidan gas hidrógeno, sulfuro de hidrógeno, azufre. Las arqueobacterias son un ejemplo de quimioautótrofas. En algunos ecosistemas de agua profunda se encuentran procariontes quimioautótrofos que conviven con cangrejos, moluscos y gusanos gigantes, viven en agua a punto de ebullición, a 2,500 metros de profundidad, sin vestigio de luz solar y en cercanías de los volcanes oceánicos. Estas bacterias obtienen energía oxidando sulfuro de hidrógeno (Purves y cols., 2003)

Por último, los quimioheterótrofos obtienen su energía y átomos de carbono a partir de compuestos orgánicos. La mayoría de las bacterias y arqueobacterias conocidas son quimioheterótrofas como también lo son los animales, los hongos y muchos protistas.

Los heterótrofos (del griego: *hetero*, otro) obtienen energía por la oxidación de compuestos orgánicos y dependen de los autótrofos para obtenerlas.

Los aerobios obligatorios emplean  $\text{O}_2$ , los anaerobios emplean agentes oxidantes como el sulfato (bacterias reductoras de sulfato) o nitrato (bacterias desnitrificantes). Otros organismos pueden metabolizar varios compuestos orgánicos en procesos de oxidación-reducción como la fermentación.

Los anaerobios facultativos, pueden crecer en presencia o ausencia de  $\text{O}_2$ .

Los anaerobios obligatorios, resultan envenenados con la presencia de oxígeno. Sus metabolismos se parecen a los de las formas de vida primitivas de hace aproximadamente de 3,500 millones de años cuando la atmósfera terrestre carecía de O<sub>2</sub> (Curtis y Barnes, 2006).

## 2.2 Catabolismo: Respiración celular y fermentación

Como ya mencionamos anteriormente, el metabolismo consta de dos vías una catabólica y otra anabólica, en el primer caso los nutrientes se degradan para recuperar sus componentes y producir energía; para este proceso las células eucarióticas, realizan la respiración celular que se inicia en el citoplasma con la glucólisis y finalmente se lleva a cabo en la mitocondria.

### Mitocondria

Las mitocondrias (del griego: *mitos*, filamento + *chondros*, gránulo) son el lugar donde se lleva a cabo la respiración celular (metabolismo aerobio) en casi todos los eucariotas.

Las mitocondrias se encuentran ubicadas en el citoplasma de las células eucariotas, tienen diferentes tamaños, formas, número y localización ya que depende del tipo de célula o de la función. Las células vegetales y animales contienen muchas mitocondrias pero poseen más las células de tejidos metabólicamente más activos.

Una mitocondria posee dos membranas: una externa lisa y protectora y una interna que presenta invaginaciones llamadas crestas lo que hace que abarque mayor área superficial. Esta membrana tiene más control sobre lo que entra y sale de la mitocondria que la membrana externa. En el compartimento interno de la mitocondria se encuentra la matriz que es una disolución acuosa concentrada de enzimas y metabolitos involucrados en el metabolismo energético. Las mitocondrias se producen por división de unas previamente existentes, cada una contiene sus propias moléculas de DNA, RNA y de ribosomas. El DNA mitocondrial codifica ciertas proteínas específicas de la membrana mitocondrial interna, pero otras proteínas mitocondriales están codificadas por el DNA nuclear. Esto promueve la idea de que las mitocondrias descienden de bacterias aeróbicas que vivieron simbióticamente con las células eucarióticas primitivas (Lehninger y cols., 1995). Las mitocondrias generalmente son pequeñas van de 1 a 1.5 µm de diámetro.

La función principal de la mitocondria es “*convertir la energía química potencial de las moléculas de combustible en una forma de energía que la célula pueda utilizar*” (Purves y cols., 2003, p.67), esta molécula rica en energía se llama ATP o adenosin trifosfato.

La energía química que se libera de las oxidaciones en la mitocondria se utiliza para generar ATP. El ATP es un tipo de moneda de cambio energético. (Similar al dinero que utilizamos para comprar). Químicamente, el ATP participa en muchas reacciones y procesos celulares donde se requiere de energía. Para la producción de ATP se necesitan moléculas de combustible y oxígeno, este proceso se conoce como respiración celular. En las células aeróbicas, las mitocondrias son los principales productores de ATP (Purves, y cols., 2003)

### 2.2.1 Respiración celular

La respiración celular es un proceso que tiene lugar cuando el  $O_2$  está disponible, y sus productos son  $CO_2$  y  $H_2O$ . Las fases que la integran son: glucólisis, oxidación del piruvato, ciclo del ácido cítrico y cadena respiratoria (Purves y cols., 2003).

Alberts y cols., (2002) consideran que la respiración celular inicia con el consumo de los alimentos: donde las proteínas, los lípidos y los polisacáridos son degradados en pequeñas moléculas. Esta degradación catabólica ocurre en tres fases:

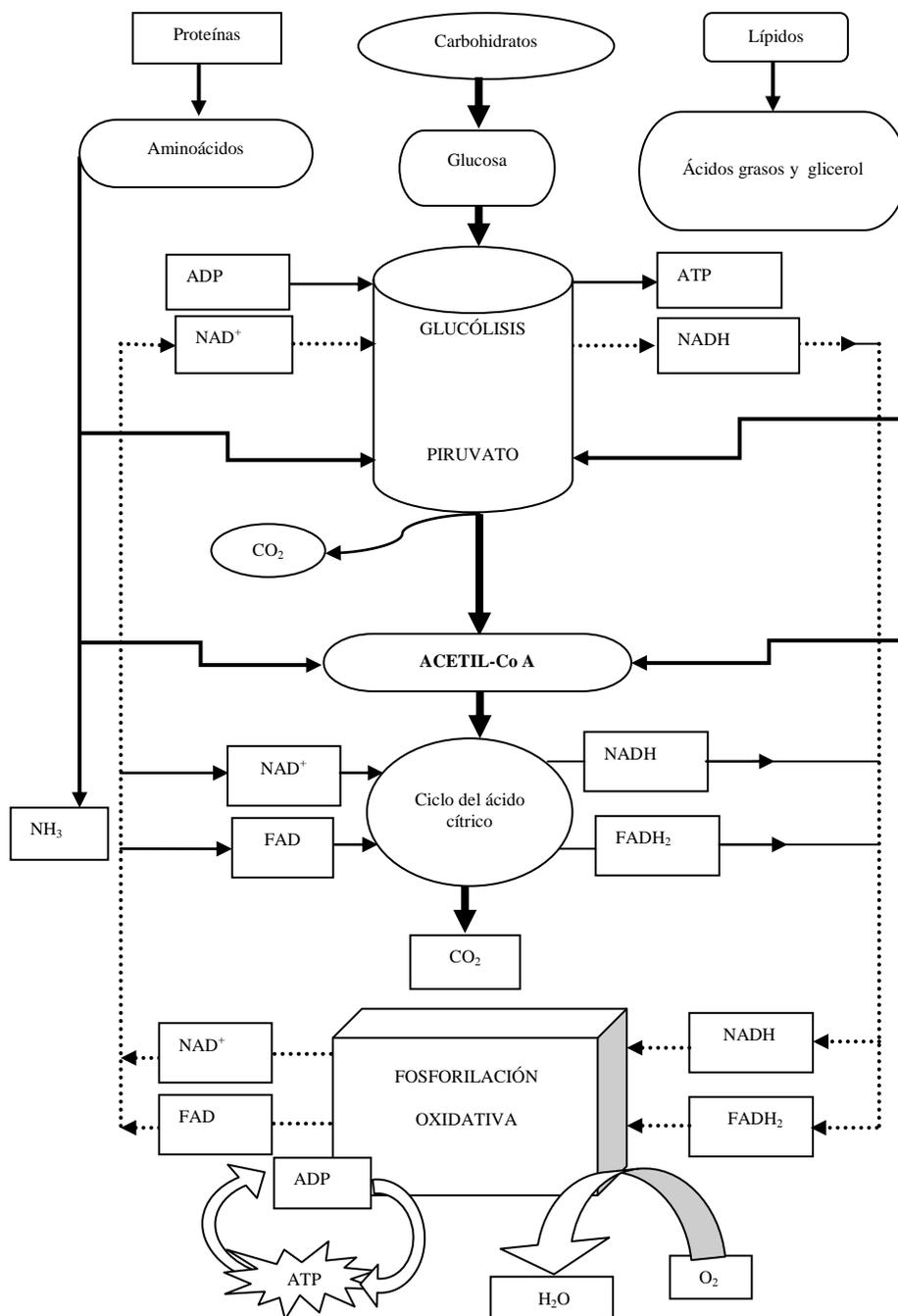
La fase 1, llamada digestión ocurre en el intestino. Las grandes moléculas poliméricas se degradan en subunidades monoméricas como las proteínas en aminoácidos, los polisacáridos en azúcares y las grasas en ácidos grasos y glicerol con la participación de las enzimas.

La fase 2, tiene lugar en el citoplasma después de que las moléculas resultantes de la fase 1 penetran en las células, donde continúan la degradación. La mayoría de los átomos de carbono e hidrógeno de los azúcares se transforman en piruvato, que posteriormente penetran en las mitocondrias, donde se transforma en un componente químicamente reactivo acetil coenzima A (acetil CoA).

Fase 3, el grupo acetilo del acetil CoA se degrada completamente hasta  $CO_2$  y  $H_2O$  en la mitocondria. En esta etapa se genera la mayor cantidad de ATP, mediante reacciones químicas acopladas. La formación de ATP se debe a la combustión de los carbohidratos y grasas, después se redistribuye en forma de energía química que va a impulsar diversas reacciones, aproximadamente unas  $10^9$  moléculas de ATP se encuentran en solución por todo el espacio intracelular.

Los sucesos principales de la respiración celular son:

- 1.- Las moléculas de piruvato producidas por la glucólisis, en el citoplasma, son transportadas a través de ambas membranas mitocondriales al interior de la matriz.
- 2.- Cada molécula de piruvato se rompe en  $CO_2$  y un grupo acetilo de dos carbonos, que entra al ciclo de Krebs. El ciclo de Krebs libera los átomos de carbono restantes en forma de  $CO_2$ , produce un ATP de cada molécula de piruvato y dona electrones energéticos a varias moléculas portadoras de electrones.
- 3.- Los portadores de electrones donan sus electrones energéticos al sistema de transporte de electrones de la membrana interna de la mitocondria, la energía de los electrones se utiliza para transportar  $H^+$  y  $O_2$  (ion hidrógeno y ion oxígeno para formar  $H_2O$ ).
- 4.- En la quimiósmosis, el gradiente de iones de hidrógeno creado por el sistema de transporte de electrones se descarga por medio de las enzimas sintetizadoras de ATP en la membrana interna y se utiliza la energía para producir ATP.
- 5.- El ATP es transportado fuera de la mitocondria hacia el interior del fluido del citoplasma celular y así estar disponible para las actividades de la célula (Audesirk y cols., 2003, p.138-139).



Esquema tomado de Voet y Voet (2006). Ilustra cómo los carbohidratos, los lípidos y las proteínas se degradan a sus unidades monoméricas (glucosa, ácidos grasos, glicerol y aminoácidos) y en seguida al intermediario común acetil coenzima A (acetil-CoA). El grupo acetilo se oxida a CO<sub>2</sub>, a través de la cadena de transporte electrónico y la fosforilación oxidativa, produciendo H<sub>2</sub>O y ATP.

## La glucólisis

La glucólisis del griego *glykos*, dulce + *lysis*, liberación, es la vía por la cual la glucosa se transforma a través del intermediario fructosa 1,6-bifosfato, a piruvato, con la producción de 2 moles de ATP/mol de glucosa. En una secuencia de 10 reacciones enzimáticas, donde la glucosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) como combustible de las células es oxidado para obtener energía. En condiciones aeróbicas, el piruvato es oxidado aún más por el ciclo del ácido cítrico y la fosforilación oxidativa obteniéndose CO<sub>2</sub> y agua. En condiciones anaeróbicas, el piruvato es transformado en lactato (en el musculo:

fermentación homoláctica) y en etanol + CO<sub>2</sub>, (en levadura: fermentación alcohólica) (Voet y cols., 2006).

La vía tiene lugar en el citoplasma donde la glucosa penetra en la mayoría de las células a través de un transportador específico que la traslada desde el exterior de la célula hasta el citoplasma, donde se encuentran las enzimas para su degradación oxidativa (Voet y cols., 2006).

En 1940, Gustav Embden, Otto Meyerhof y Jaco Parnas caracterizaron de forma completa la vía de la glucólisis por lo que también se le llama vía de Embden-Meyerhof-Parnas. Uno de los hallazgos importante es que *“todos los seres vivos metabolizan la glucosa siguiendo vías idénticas. A pesar de su enorme diversidad, todos ellos tienen una bioquímica común”* (Voet y cols., 2006, p.458)

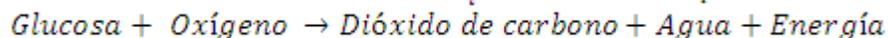
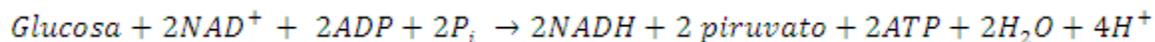
Para Voet y cols., (2006), la glucólisis transcurre en dos fases:

Fase I: comprende las reacciones del 1 al 5; es una etapa preparatoria en la que una glucosa (hexosa), es fosforilada y fragmentada, para dar lugar a dos moléculas llamadas triosa gliceraldehído-3-fosfato. Este proceso consume dos ATPs, lo que vendría a ser una especie de inversión de energía.

Fase II: comprende las reacciones 6 al 10: donde las dos moléculas de gliceraldehído-3-fosfato se transforman en piruvato, con la producción de 4ATPs.

Por lo tanto, el rendimiento neto de la glucólisis es de 2ATPs por molécula de glucosa, es decir, en la fase I, se consumen 2ATPs y en la fase II, se producen 4ATPs.

La reacción global es:



El NAD<sup>+</sup> es el principal agente oxidante en la glucólisis. El NADH formado durante el proceso debe ser re-oxidado continuamente para mantener el suministro de NAD<sup>+</sup> de la vía esto puede ocurrir de tres formas: En condiciones anaeróbicas, en el músculo, el NAD<sup>+</sup> se regenera cuando el NADH reduce el piruvato a lactato (fermentación homoláctica). En condiciones anaeróbicas, pero en levaduras, el piruvato es descarboxilado a acetaldehído, el cual es reducido por el NADH a etanol (fermentación alcohólica) y en condiciones aeróbicas, la oxidación mitocondrial de cada NADH produce tres ATPs.

En la glucólisis aeróbica, el NADH es considerado como un compuesto de alta energía, mientras que en la glucólisis anaeróbica la energía libre de su oxidación se disipa en forma de calor.

El piruvato es el producto final de la glucólisis y se sintetiza en la parte fluida del citoplasma.

## Reacciones de la glucólisis

La glucólisis puede ser dividida en dos grupos de reacciones: “...de inversión de energía que usan ATP y de cosecha de energía que producen ATP” (Purves y cols. 2006, p. 118). A continuación se describen brevemente las reacciones de este proceso tomando las aportaciones de Lehninger y cols., (1995):

## **A). Fase preparatoria de la glucólisis (se requiere ATP)**

1.- Fosforilación de la glucosa. Se lleva a cabo una fosforilación en el carbono seis que da paso a la formación de la glucosa-6-fosfato; el ATP es la molécula que proporciona el fosfato; la reacción es irreversible y es catalizada por una hexoquinasa. Una quinasa es una enzima que cataliza la transferencia del grupo fosfato terminal del ATP a algún aceptor. La hexoquinasa necesita  $Mg^{2+}$  para su actividad porque el sustrato de la enzima no es el  $ATP^{4-}$  sino el complejo  $MgATP^{2-}$ . Esta enzima está presente en todo tipo de células.

2.- Conversión de la glucosa-6-fosfato en fructosa-6-fosfato. Esta conversión se lleva a cabo con la participación de la fosfohexosa isomerasa (fosfoglucosa isomerasa) que es una enzima que cataliza la isomerización reversible de la glucosa-6-fosfato (una aldosa) en fructosa-6-fosfato (una cetosa). Esta reacción transcurre en dos direcciones. La fosfohexosa isomerasa también requiere  $Mg^{2+}$  y es específica para la glucosa-6-fosfato y la fructosa-6-fosfato.

3.- Fosforilación de la fructosa-6-fosfato a fructosa-1,6-bisfosfato. La fosfofructo-quinasa-1 es una enzima que transfiere un grupo fosfato desde el ATP a la fructosa-6-fosfato para formar fructosa-1,6-bisfosfato. La reacción es irreversible. La fosfofructoquinasa-1, al igual que la hexoquinasa, es una enzima reguladora y es en esta reacción donde se lleva a cabo la regulación de la glucólisis. La actividad de la fosfofructo-quinasa-1 aumenta cuando se agota el suministro de ATP en la célula o cuando existe un exceso de ADP y AMP, en especial este último. La enzima es inhibida cuando la célula tiene mucho ATP y posee un buen suministro de otros combustibles como ácidos grasos.

4. Rotura de la fructosa-1,6-bisfosfato. La enzima fructosa-1,6-bisfosfato aldolasa, conocida como aldolasa, cataliza una condensación aldólica reversible. La fructosa-1,6-bisfosfato se rompe formando dos triosas fosfato diferentes, el gliceraldehído-3-fosfato (una aldosa), y la dihidroxiacetona fosfato (una cetosa). Durante la glucólisis las dos triosas fosfato son eliminados rápidamente en los siguientes dos pasos con dirección a la rotura.

5. Interconversión de las triosas fosfato. Solo una de las dos triosas fosfato formadas por la aldolasa (reacción anterior), el gliceraldehído-3-fosfato, puede ser degradada y la dihidroxiacetona fosfato, se convierte rápida y reversiblemente en gliceraldehído-3-fosfato por la enzima triosa fosfato isomerasa. Debido a esta reacción los carbonos C-1, C-2 y C-3 de la glucosa inicial son indistinguibles de los carbonos C-6, C-5, y C-4. Esta reacción completa la fase preparatoria de la glucólisis, en la que la molécula de hexosa se ha fosforilado en el C-1 y C-6 y se parte para formar dos moléculas de gliceraldehído-3-fosfato.

## **B). Fase de beneficios de la glucólisis (se produce ATP)**

Una molécula de glucosa produce dos moléculas de gliceraldehído-3-fosfato; las dos mitades de la molécula de glucosa siguen la misma ruta en la segunda fase de la glucólisis. La conversión de dos moléculas de gliceraldehído-3-fosfato en dos de piruvato está acompañada de la formación de cuatro moléculas de ATP a partir del ADP. Sin embargo, el rendimiento neto de ATP por molécula de glucosa degradada es de dos, por la inversión de dos moléculas en la fase preparatoria de la glucólisis.

6. Oxidación de gliceraldehído-3-fosfato a 1,3-bisfosfoglicerato. Es debido a la participación (catalizadora) de la gliceraldehído-3-fosfato deshidrogenasa. Esta es la primera de las dos reacciones de la glucólisis que llevan a la formación de ATP. El grupo aldehído del gliceraldehído-3-fosfato es deshidrogenado, a un anhídrido ácido carboxílico con ácido fosfórico. Este anhídrido, llamado acil fosfato, tiene una energía libre muy elevada y se conserva en el grupo acil fosfato en el C-1(carbono 1) del 1,3-bisfosfoglicerato. El aceptor de hidrógeno en la reacción del gliceraldehído-3-fosfato deshidrogenasa es la coenzima  $\text{NAD}^+$ , la forma oxidada del NAD y la reducción del  $\text{NAD}^+$  tiene lugar mediante la transferencia enzimática de un ión hidruro ( $\text{H}^-$ ) desde el grupo aldehído del gliceraldehído-3-fosfato al anillo de la nicotinamida del  $\text{NAD}^+$ , quedando la coenzima reducida: NADH. El otro átomo de hidrógeno de la molécula de sustrato aparece en solución en forma de  $\text{H}^+$  (ión). El NADH formado se va a reoxidar a  $\text{NAD}^+$ . Las células contienen cantidades limitadas de  $\text{NAD}^+$ , por lo que es necesario que el NADH se reoxide.

7. Transferencia del fosfato desde el 1,3-bisfosfoglicerato al ADP. La enzima fosfoglicerato quinasa transfiere el grupo fosfato de alta energía desde el grupo carboxilo del 1,3-bisfosfoglicerato al ADP, formando ATP y 3-fosfoglicerato. Las reacciones 6 y 7 son acopladas. Para ambas reacciones el 1,3-bisfosfoglicerato es un intermediario común; la reacción 6 es endergónica y transfiere su grupo acil fosfato al ADP para formar ATP. La reacción 7 es altamente exergónica ya que al consumir el 1,3-bisfosfoglicerato reduce su concentración. El resultado final de estas dos reacciones acopladas, ambas reversibles, es que la energía liberada en la oxidación de un grupo aldehído a carboxilato se conserva en la formación acoplada de ATP a partir de ADP y  $\text{P}_i$ . La formación de ATP por transferencia del grupo fosfato se conoce como fosforilación a nivel de sustrato. La reacción global es exergónica.

8. Conversión del 3-fosfoglicerato en 2-fosfoglicerato. La enzima fosfoglicerato mutasa cataliza un desplazamiento reversible del grupo fosfato entre el C-2 y C-3 del fosfoglicerato. La reacción se da cuando un grupo fosfato inicialmente unido a un residuo de His en el sitio activo de la enzima es transferido al grupo hidroxilo en el C-2 del 3-fosfoglicerato, formando 2,3-bisfosfoglicerato. Después se transfiere el fosfato al C-3 del 2,3-bisfosfoglicerato al mismo residuo de His de la enzima, produciendo 2-fosfoglicerato y regenerando la enzima fosforilada. Debido a que la enzima es inicialmente fosforilada por la transferencia del fosfato desde 2,3-bisfosfoglicerato, este compuesto funciona como cofactor, es necesario en cantidades pequeñas para iniciar el ciclo catalítico.

La enzima mutasa cataliza la transferencia de un grupo funcional desde una posición a otra de la misma molécula.

9. Deshidratación del 2-fosfoglicerato a fosfoenolpiruvato. Está catalizada por la enolasa, enzima que promueve la eliminación reversible de una molécula de agua desde el 2-fosfoglicerato y formar fosfoenolpiruvato. Aunque el 2-fosfoglicerato y el fosfoenolpiruvato contienen aproximadamente la misma cantidad de energía, la pérdida de la molécula de agua del 2-fosfoglicerato permite una redistribución de energía dentro de la molécula; la variación de energía libre que acompaña la hidrólisis del grupo fosfato es mucho mayor para el fosfoenolpiruvato que para el 2-fosfoglicerato.

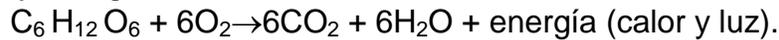
10. Transferencia del grupo fosfato desde el fosfoenolpiruvato al ADP. Es el último paso de la glucólisis. La transferencia del grupo fosfato desde el fosfoenolpiruvato al ADP es

catalizada por la piruvato quinasa, en una reacción irreversible porque requiere  $K^+$  y  $Mg^{2+}$  o  $Mn^{2+}$ .

El fosfato es transferido a una molécula de ADP para formar una molécula de ATP (por cada glucosa se forman dos moléculas de ATP). Es una reacción altamente exergónica y esta energía se conserva en la formación del enlace anhídrido ácido fosfórico del ATP.

En conclusión, una molécula de glucosa se transforma en dos moléculas de ácido pirúvico. La ganancia neta, la energía recuperada, es de dos moléculas de ATP y dos moléculas de NADH por cada glucosa.

Por otra parte, cuando la glucosa arde rápidamente en presencia de oxígeno ( $O_2$ ) se forma  $CO_2$ , agua y energía. La ecuación de la reacción de combustión es:



Esta reacción se aplica al metabolismo de la glucosa en las células, solo que en este proceso las reacciones son controladas en varios pasos y finaliza con casi la mitad de la energía capturada en el adenosintrifosfato (ATP).

La conversión de  $C_6H_{12}O_6$  y oxígeno en  $CO_2$  y  $H_2O$ , ya sea por combustión o por metabolismo, es de 686 kilocalorías/mol (-2.870 kJ/mol). Por lo que la reacción es exergónica e impulsa la formación endergónica de ATP a partir del adenosin difosfato (ADP) y fosfato.

Algunas células incapaces de obtener o de utilizar el  $O_2$ , metabolizan la glucosa de forma incompleta, por ello obtienen menos ATP por molécula de glucosa. No todos los átomos de carbono de la glucosa son transformados en  $CO_2$ , esta degradación incompleta se llama fermentación, esta vía tiene lugar cuando el ambiente es anaerobio, donde se producen moléculas como el ácido láctico o el etanol de manera que la energía extraída de la glucosa es menor en comparación con la obtenida en condiciones aerobias.

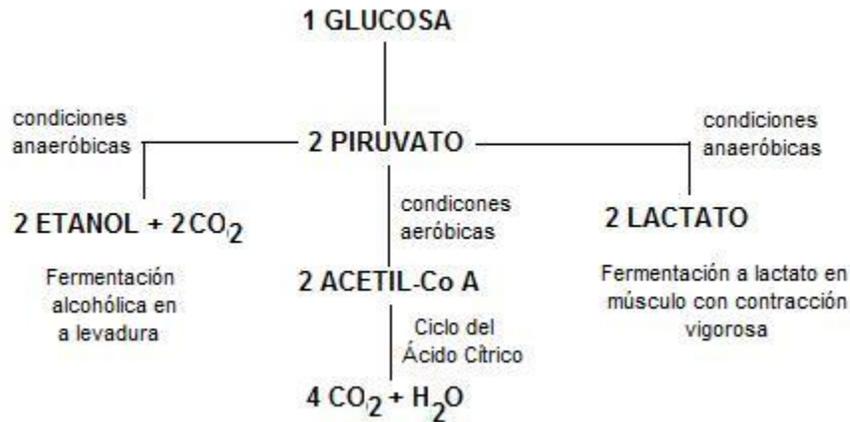
## 2.2.2 Fermentación

Desde tiempos remotos la fermentación de la glucosa a etanol y  $CO_2$ , por la levadura, ha sido un proceso muy útil en la industria de las bebidas para producir vino, cerveza y pan.

En los años 1854 a 1864, Louis Pasteur estableció que la fermentación es causada por microorganismos. Tiempo después en 1897, Eduard Buchner demostró que los extractos de levadura podían fermentar, esta idea destituyó la idea que concebía a la fermentación como producto de una "fuerza vital" presente en la materia viva.

La fermentación es un proceso que implica la degradación anaeróbica de la glucosa o de otras sustancias orgánicas para obtener energía en forma de ATP y otros productos. Es posible que los primeros organismos que habitaron en una atmósfera carente de oxígeno, hayan utilizado esta vía para obtener energía a partir de moléculas combustibles orgánicas (Lehninger y cols., 1995).

La fermentación es un proceso que tiene lugar en el citoplasma de la célula.



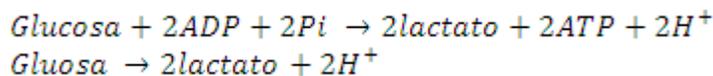
El esquema muestra los tres posibles destinos catabólicos del piruvato. Tomado de Lehninger, 1995, p.403.

Para que continúe la glucólisis, el  $\text{NAD}^+$ , del que las células contienen cantidades limitadas, debe ser reciclado después de su reducción a  $\text{NADH}$  por la enzima gliceraldehído-3 fosfato deshidrogenasa (GAPDH).

Existen dos procesos para recuperar el  $\text{NAD}^+$ , la fermentación homoláctica que tiene lugar en el músculo y la fermentación alcohólica que se lleva a cabo en la levadura (Purves y cols., 2003)

### Fermentación láctica

La llevan a cabo muchos microorganismos y nuestras células musculares. En el músculo, durante el ejercicio intenso, cuando la demanda de ATP es elevada y se ha consumido el oxígeno, la enzima lactato deshidrogenasa (LDH) cataliza la oxidación del  $\text{NADH}$  por el piruvato para dar  $\text{NAD}^+$  y lactato. El proceso global de la glucólisis anaeróbica en el músculo se representa de la siguiente manera:



*“Una gran parte del lactato, ...es exportado de las células musculares y transportado por la sangre hasta el hígado, donde vuelve a convertirse en glucosa”* (Voet y Voet, 2006)

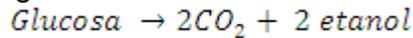
La causa de la fatiga muscular y el dolor no es la acumulación del lactato en el músculo, sino del ácido producido en la glucólisis (los músculos pueden mantener su carga de trabajo en presencia de elevadas concentraciones de lactato si el pH se mantiene constante). Se dice que el sabor de la carne de un animal que ha corrido mucho antes de ser muerto tiene sabor agrio debido a la acumulación de ácido láctico en los músculos (Voet y Voet, 2006).

### Fermentación alcohólica

Es realizada por ciertas levaduras y algunas células vegetales en condiciones anaerobias. El proceso requiere dos enzimas para metabolizar el piruvato. Primero se extrae el  $\text{CO}_2$  del piruvato, formando el compuesto acetaldehído. Segundo, el

acetaldehído es reducido por el  $\text{NADH} + \text{H}^+$ , para producir  $\text{NAD}^+$  y alcohol etílico (etanol).

En condiciones anaeróbicas (en levadura), el  $\text{NAD}^+$  se regenera a través de la conversión de piruvato a etanol y  $\text{CO}_2$ . El etanol es el ingrediente activo de las bebidas embriagantes; el  $\text{CO}_2$  producido en el proceso de panificación, hace esponjar el pan (Voet y Voet, 2006). La reacción global de la fermentación alcohólica:



Para Voet y Voet (2006) la fermentación anaeróbica es un despilfarro de glucosa comparada con la fosforilación oxidativa, porque en la fermentación se forman 2ATPs por molécula de glucosa, mientras que en la fosforilación oxidativa se obtienen 38 ATPs por glucosa. Sin embargo, la velocidad en la producción de ATP por la glucólisis anaeróbica puede ser hasta 100 veces mayor que la fosforilación oxidativa. Cuando los tejidos como el músculo consumen rápidamente ATP, lo regeneran, casi totalmente, mediante la glucólisis anaeróbica. La fermentación homoláctica no desperdicia glucosa, ya que el lactato producido se transforma nuevamente en glucosa en el hígado.

El rendimiento energético total de la fermentación es de 2 moléculas de ATP por cada molécula de glucosa oxidada (Purves y cols., 2003)

## Oxidación del piruvato

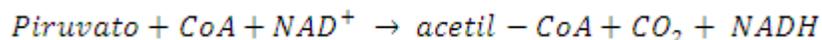
Al finalizar la glucólisis el producto obtenido (piruvato) sufre una oxidación. El piruvato se difunde hacia adentro de la mitocondria, donde es oxidado. En esta reacción, el piruvato, un compuesto de tres carbonos, pierde dos átomos de hidrógeno y un grupo carboxilo ( $-\text{COO}^-$ ). La reacción produce dos grupos acetilo de dos carbonos, así como energía libre y  $\text{CO}_2$ .

La energía libre es capturada cuando el grupo acetilo se fija a una coenzima, llamada coenzima A (CoA), para producir acetil coenzima A (acetil CoA). Producto que contiene mayor energía que el acetato simple. La acetil CoA puede donar el grupo acetilo a aceptores como el oxaloacetato, así como el ATP puede donar grupos fosfato a varios aceptores.

Existen tres pasos en esta reacción de oxidación:

1. El piruvato es oxidado al grupo acetil y se libera  $\text{CO}_2$
2. Parte de la energía proveniente de la oxidación del paso uno, es ahorrada por la reducción del  $\text{NAD}^+$  al  $\text{NADH} + \text{H}^+$ .
3. Una parte de la energía restante es almacenada temporalmente por la combinación del grupo acetilo con CoA.

La reacción general de la formación de acetil-CoA es:



## Ciclo del ácido cítrico

Consiste en una secuencia de reacciones que se desarrollan de forma cíclica. Es conocido como ciclo del ácido cítrico, ciclo de los ácidos tricarbónicos o ciclo de Krebs. Fue propuesto en 1937 por Hans Krebs. En la mayoría de las células, este ciclo es el responsable de la oxidación total de los compuestos de carbono, del  $\text{CO}_2$  y de los

electrones ricos en energía, los cuales pasan vía NADH y FADH<sub>2</sub> a la cadena respiratoria.

Eugene Kennedy y Albert Lehninger demostraron en 1948 que en células eucariotas, todas las reacciones del ciclo del ácido cítrico se realizan en la mitocondria. Descubrieron que las mitocondrias contienen todas las enzimas y coenzimas para realizar el ciclo de Krebs, además poseen las enzimas y proteínas para la transferencia de electrones y la síntesis de ATP mediante la fosforilación oxidativa; cuentan con las enzimas que catalizan la oxidación de los ácidos grasos y la degradación de aminoácidos en acetil-CoA.

En eucariotas no fotosintéticos, la mitocondria es el sitio donde se produce la mayor parte de las reacciones oxidativas que liberan energía y la síntesis de ATP. En los eucariotas fotosintéticos la mayor parte del ATP producido se genera en las mitocondrias y en los cloroplastos. Para la mayoría de los procariotas las enzimas del ciclo del ácido cítrico se localizan en el citosol y su membrana plasmática tiene un papel análogo al de la membrana mitocondrial interna en la síntesis de ATP.

Conceptualizamos al ciclo del ácido cítrico de la siguiente manera “... es una serie... de reacciones que oxidan el grupo acetilo del acetil-CoA a dos moléculas de CO<sub>2</sub>, de forma que se conserva la energía libre producida, utilizándola ...para la síntesis de ATP” (Voet y Voet, 2006, p.545-546)

## Reacciones del ciclo del ácido cítrico

El ciclo del ácido cítrico está integrado por ocho reacciones consecutivas. “Inicia cuando el acetil CoA formado ya sea a partir de los ácidos grasos o del piruvato, reacciona con la molécula de oxalacetato (4 carbonos) produciendo ácido cítrico (6 carbonos) esta molécula da nombre al ciclo” (Alberts y cols., 2002, p.705)

A continuación se describen las reacciones del ciclo de Krebs:

Reacción 1, la energía almacenada temporalmente en el acetil CoA, impulsa la formación de citrato a partir del oxaloacetato. Durante esta reacción, la coenzima A desaparece, y es reciclada.

Reacción 2, la molécula de citrato se reorganiza y forma isocitrato.

Reacción 3, una molécula de CO<sub>2</sub> y dos átomos de hidrógeno son eliminados, convirtiendo el isocitrato en  $\alpha$ -cetoglutarato, esta reacción produce una caída importante de energía libre. La energía liberada es almacenada en NADH + H<sup>+</sup> y puede ser recuperada más tarde en la cadena respiratoria cuando se reoxida el NADH + H<sup>+</sup>.

Reacción 4, la molécula de cinco carbonos  $\alpha$ -cetoglutarato oxida a la molécula de cuatro carbonos succinato. Este proceso desprende CO<sub>2</sub>, una parte de la energía de oxidación se almacena en NADH + H<sup>+</sup> y otra parte de la energía se conserva temporalmente al combinar succinato con CoA para formar succinil CoA.

Reacción 5, la energía del succinil CoA es utilizada para formar GTP (guanosintrifosfato) a partir de GDP y P<sub>i</sub> (guanosindifosfato y fósforo inorgánico) esto es un ejemplo de fosforilación a nivel del sustrato. Luego se utiliza el GTP para formar ATP a partir del ADP.

Reacción 6, se libera energía libre. El succinato liberado del succinil CoA en la reacción 5, es oxidado a fumarato. En este caso, dos hidrógenos son transferidos a una enzima que contiene el transportador FAD.

Reacción 7, después de una reorganización molecular, se lleva a cabo una reducción más del  $\text{NAD}^+$ , produciendo oxaloacetato a partir de malato

Reacción 8, el agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) es agregada en la reacción 7 para formar un grupo  $-\text{OH}$ , posteriormente el H (de ese grupo  $-\text{OH}$ ) es eliminado en esta reacción y reduce el  $\text{NAD}^+$  a  $\text{NADH} + \text{H}^+$ . Estas dos reacciones proporcionan energía utilizando el agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ). El producto final, oxaloacetato, se encuentra listo para combinarse con otro grupo acetilo del acetil CoA e ingresar nuevamente al ciclo.

El ciclo del ácido cítrico se realiza dos veces por cada molécula de glucosa que entra en la glucólisis. Las ocho enzimas del ciclo del ácido cítrico catalizan las reacciones orgánicas que de manera global oxidan: un grupo acetilo a dos moléculas de  $\text{CO}_2$ , genera 3 moléculas de  $\text{NADH}^1$ , una de  $\text{FADH}_2$  y una de GTP.

Aunque la mayoría de las enzimas del ciclo del ácido cítrico están disueltas en la matriz mitocondrial, hay dos excepciones: la succinato deshidrogenasa, que cataliza la reacción 6, y la  $\alpha$ -cetoglutarato deshidrogenasa, que cataliza la reacción 4. Estas enzimas son proteínas integrales de membrana que se ubican en la membrana mitocondrial interna (Purves y cols., 2003, p.123).

En cada ciclo se produce la entrada de un grupo acetilo (dos carbonos) en forma de acetil-CoA y la salida de dos moléculas de  $\text{CO}_2$ . Se utiliza una molécula de oxalacetato para formar citrato, aunque el oxalacetato se regenera. Cuatro de los pasos de este proceso son oxidaciones en las que la energía se conserva en la formación de cofactores reducidos:  $\text{NADH}$  y  $\text{FADH}_2$  (Lehninger y cols., 1995).

## Transporte de electrones y Fosforilación oxidativa

Los 12 pares de electrones provenientes de la oxidación de la glucosa no se transfieren directamente al  $\text{O}_2$ , sino más bien a las coenzimas  $\text{NAD}^+$  y  $\text{FAD}$ , formándose  $10\text{NADH} + 2\text{FADH}_2$ . Los electrones pasan a la cadena de transporte electrónico, donde se lleva a cabo la reoxidación del  $\text{NADH}$  y del  $\text{FADH}_2$ . La reoxidación de cada  $\text{NADH}$  da lugar a la síntesis de 3ATPs y la reoxidación del  $\text{FADH}_2$  da lugar a 2ATPs, logrando un total de 38 ATPs por cada glucosa completamente oxidada a  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  (Voet y Voet, 2006)

Al proceso global de la síntesis de ATP como resultado del transporte de electrones a través de la cadena respiratoria se llama fosforilación oxidativa” (Purves, 2003, p.124)

La energía libre necesaria para generar ATP se extrae de la oxidación del  $\text{NADH}$  y del  $\text{FADH}_2$  mediante la cadena de transporte electrónico. Esta cadena se compone de tres grandes complejos proteicos que contienen moléculas transportadoras y sus respectivas enzimas; una pequeña proteína llamada citocromo c y un componente no proteico llamado ubiquinona (Q).

Estos grandes complejos proteicos están unidos a los plegamientos de la membrana mitocondrial interna (crestas en eucariotas o a la membrana plasmática de los procariontes aerobios). El citocromo c es una proteína periférica de membrana que se ubica entre las membranas *mitocondriales* interna y externa, ligeramente unido a la

---

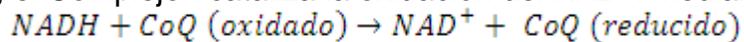
<sup>1</sup> El  $\text{NADH}$  y el  $\text{NADPH}$  son transportadores electrónicos hidrosolubles. El  $\text{NADH}$  actúa como transportador de difusión, llevando los electrones que provienen de reacciones catabólicas a su punto de entrada en la cadena respiratoria. El  $\text{NADPH}$  es un transportador que suministra electrones a las reacciones anabólicas (Lehninger y cols.,1995)

membrana interna. La ubiquinona (Q) es una pequeña molécula no polar que se mueve libremente en el interior hidrofóbico de la bicapa fosfolipídica de la membrana interna. Cada complejo proteico contiene diferentes transportadores de electrones de manera que estos son acarreados dentro de cada complejo así como de un complejo a otro.

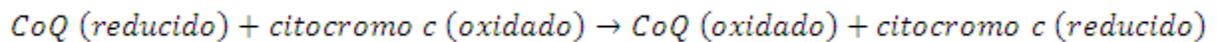
El proceso se lleva a cabo de la siguiente forma: El NADH + H<sup>+</sup> pasa hidrógenos a la ubiquinona a través del primer gran complejo proteico, NADH-Q reductasa. La NADH-Q reductasa pasa hidrógenos a la ubiquinona y forma QH<sub>2</sub>. La citocromo c reductasa, recibe hidrógenos de QH<sub>2</sub> y se los pasa al citocromo c. La citocromo c oxidasa, recibe electrones del citocromo c y se los pasa al oxígeno. El oxígeno reducido (1/2 O<sub>2</sub><sup>-</sup>) toma dos iones hidrógeno (H<sup>+</sup>) y forma H<sub>2</sub>O (Purves y cols., 2003).

Así, los electrones se transportan desde los Complejos I y II al Complejo III mediante la coenzima Q (CoQ u ubiquinona), y desde el Complejo III al Complejo IV mediante la proteína periférica de membrana citocromo c.

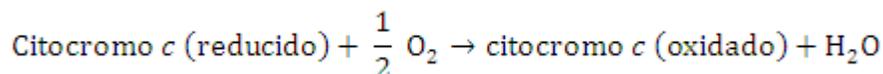
Para Voet (2006), el Complejo I cataliza la oxidación del NADH mediante la CoQ:



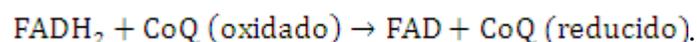
El complejo III cataliza la oxidación del CoQ (reducido) mediante citocromo c.



El complejo IV cataliza la oxidación del citocromo c (reducido) mediante el O<sub>2</sub>, el aceptor final de electrones del proceso de transporte electrónico.



Al atravesar sucesivamente los complejos I, III y IV se adquiere suficiente energía para impulsar la síntesis de una molécula de ATP. El complejo II cataliza la oxidación del FADH<sub>2</sub> mediante CoQ:



Esta reacción redox no libera suficiente energía libre para sintetizar ATP; funciona sólo para introducir los electrones del FADH<sub>2</sub> en la cadena de transporte electrónico. La síntesis endergónica de ATP a partir de ADP y P<sub>i</sub> en las mitocondrias esta catalizada por la ATP sintasa (Complejo IV), y es impulsada mediante el proceso de transporte electrónico.

Los transportadores de electrones de la cadena respiratoria difieren en la forma en que cambian cuando se reducen. Por ejemplo el NAD<sup>+</sup>, acepta H<sup>-</sup> (ión Hidruro: un protón y dos electrones) y deja el protón del otro átomo de hidrógeno flotando libre NADH + H<sup>+</sup>; en el caso de la ubiquinona (Q) fijan ambos protones y ambos electrones, transformándose en QH<sub>2</sub>. Sin embargo, el resto de la cadena es solo un proceso de transporte de electrones. Únicamente los electrones, pasan de la Q al citocromo c.

La cadena respiratoria controla la energía en la oxidación de la glucosa y otros alimentos de la célula, debido a que las reacciones liberan pequeñas cantidades de energía. Esta energía es depositada en la moneda de energía celular: el ATP, por cada

par de electrones transferido a lo largo de la cadena respiratoria desde el NADH+ H<sup>+</sup> al oxígeno se forman tres moléculas de ATP.

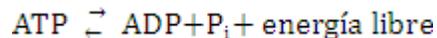
Por lo tanto, el mecanismo quimiosmótico acopla el transporte de electrones a la síntesis de ATP. El proceso consta de tres partes:

1.- “El flujo de electrones desde el NADH (o FADH<sub>2</sub>) un transportador de electrones hasta otro en la cadena respiratoria, requiere de una serie de reacciones exergónicas que ocurren en la membrana mitocondrial interna.

2.- Estas reacciones exergónicas impulsan el bombeo endergónico de H<sup>+</sup> fuera de la matriz mitocondrial y a través de la membrana interna hacia el espacio de las membranas. Este bombeo forma un gradiente de H<sup>+</sup>.

3.- La energía potencial del gradiente de H<sup>+</sup>, fuerza protón-motriz, es aprovechada por la ATP sintetasa. Esta proteína cumple dos papeles: actúa como un canal al permitir que los H<sup>+</sup> se difundan nuevamente hacia la matriz y utiliza la energía de esa difusión para formar ATP a partir del ADP y el P<sub>i</sub>.

La síntesis de ATP es una reacción reversible y la ATP sintetasa también puede actuar como una ATPasa, hidrolizando ATP a ADP más P<sub>i</sub>.



Si la reacción se desplaza hacia la derecha, se libera energía libre y se utiliza para bombear H<sup>+</sup> fuera de la matriz mitocondrial. Si la reacción va hacia la izquierda, utilizando energía libre de la difusión de H<sup>+</sup> hacia la matriz para producir ATP” (Purves y cols., 2003, p.126)

Tan pronto como se forma el ATP, es eliminado de la matriz mitocondrial manteniendo de esta forma su baja concentración en este sitio. Una persona aproximadamente hidroliza 10<sup>25</sup> moléculas de ATP por día y sin duda la mayoría son recicladas.

Por otra parte, el gradiente de H<sup>+</sup> es reabastecido constantemente por el bombeo de electrones. Los electrones, provienen de la oxidación del NADH, que es reducido por las oxidaciones de la glucólisis y del ciclo del ácido cítrico. Así tenemos, que una buena razón para alimentarnos es para reabastecer el gradiente de H<sup>+</sup>.

El ATP sintetasa es una máquina multiproteica, tiene dos funciones: ser un canal de membrana para los H<sup>+</sup> y como se incrusta en la matriz mitocondrial es el sitio activo para la síntesis de ATP (o hidrólisis de ATP) (Purves y cols., 2003)

Para que el mecanismo quimiosmótico funcione adecuadamente, la difusión de los H<sup>+</sup> y la formación de ATP deben estar firmemente acoplados; es decir, los protones deben pasar a través del canal de la ATP sintasa.

“La fosforilación oxidativa es la culminación del metabolismo en los organismos aerobios. En esta última etapa de la respiración celular, convergen la degradación oxidativa de los glúcidos, grasas y aminoácidos en la que los electrones fluyen desde intermediarios catabólicos al O<sub>2</sub> produciendo energía para generar ATP a partir del ADP y el P<sub>i</sub>” (Voet y Voet, 2006, pag.574).

En esta etapa se produce la reducción del O<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>O por los electrones cedidos del NADH y el FADH<sub>2</sub> y así, sintetizar ATP. Por otro lado, en la fotofosforilación la síntesis del ATP es impulsada por la luz.

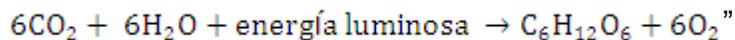
## 2.3 Anabolismo: Fotosíntesis y síntesis de proteínas

Entre los procesos anabólicos o de biosíntesis se encuentran la fotosíntesis y síntesis de proteínas. En estos casos se sintetizan biomoléculas a partir de componentes sencillos y la energía proviene de los procesos catabólicos en forma de ATP obtenido a partir del ADP (difosfato de adenosina) y del ión fosfato

### 2.3.1 Fotosíntesis

Es un proceso anabólico realizado por las plantas, algas eucarióticas, cierto tipo de procariontes o bacterias conocidos como autótrofos (que se alimentan por sí mismos). La fotosíntesis se realiza en los cloroplastos que se encuentran en las células de las hojas (Audesirk y cols., 2003).

“A partir de las sencillas moléculas del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el agua, la fotosíntesis convierte la energía de la luz solar en energía química almacenada en los enlaces de la glucosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) y libera oxígeno. La reacción química de la fotosíntesis es (Audesirk y cols., 2003, p.116):



### Las hojas

Las hojas de las plantas terrestres tienen pocas células de espesor y están adaptadas a realizar la fotosíntesis. Por su forma aplanada exponen un área considerable al sol y su delgadez favorece la llegada de la luz hasta el interior de los cloroplastos

La superficie inferior y superior de las hojas (epidermis) consta de una capa de células transparentes; se encuentran cubiertas por una cutícula (recubrimiento ceroso, impermeable), que reduce la evaporación del agua en las hojas.

Los estomas son poros que se abren y cierran, a través de ellos las hojas obtienen del aire el CO<sub>2</sub> y liberan el O<sub>2</sub>. Dentro de las hojas existen capas de células que en su conjunto se conocen como mesófilo, estas células contienen cloroplastos y es ahí donde se realiza la fotosíntesis.

Las hojas contienen haces vasculares que suministran agua y minerales a las células mesofílicas y llevan los azúcares que producen, a otras partes de la planta.

### Los cloroplastos

Son organelos compuestos por una doble membrana externa que contiene un medio semifluido conocido como estroma, en ella se encuentran unas bolsas membranosas interconectadas en forma de discos llamados tilacoides. Los tilacoides forman pilas llamadas grana (singular, *granum*). Las reacciones fotosintéticas que dependen de la luz se realizan dentro de la membrana de los tilacoides.

En la fotosíntesis tiene lugar dos tipos de reacciones: las que dependen de la luz y las independientes de la luz; ambos suceden en un sitio distinto del cloroplasto sin embargo, se acoplan.

En las reacciones dependientes de la luz: la clorofila y otras moléculas de las membranas de los tilacoides capturan la energía luminosa y una parte de ella la

transforman en energía química que almacenan en moléculas como el ATP (portador de energía) y NADPH (dinucleótido de nicotinamida y adenina fosfato: portador de electrones) que se usarán para la síntesis de la glucosa en la fase independiente de la luz y como subproducto se liberará oxígeno (O<sub>2</sub>).

En las reacciones independientes de la luz, las enzimas del estroma utilizan la energía química (ATP y NADPH) para la síntesis de glucosa y otras moléculas orgánicas.

## La luz

La luz es una forma de radiación electromagnética y tiene dos comportamientos: viene en paquetes separados llamados fotones y se comporta como si se propagara en ondas. La longitud de onda de la luz es la distancia que existe entre el pico de una onda hasta el pico de la siguiente.

Los seres humanos percibimos la luz como si tuviera colores; estos colores se relacionan con la longitud de onda. Para el equipo de Purves (2003), la mayoría de las personas pueden ver la radiación electromagnética en el intervalo de longitudes de onda desde 400 hasta 700 nm. La longitud de onda en 400 nm marca el extremo violeta del espectro visible; la que se halla en 700 nm marca el extremo rojo.

La velocidad de la luz en el vacío es  $3 \times 10^{10}$  centímetros por segundo. Cuanto menor sea la longitud de onda, mayor será la energía; es decir la energía es inversamente proporcional a la longitud de onda. Un fotón de luz roja de longitud de onda de 660 nm tiene menos energía que un fotón de luz azul de 430 nm y un fotón ultravioleta de 284 nm posee más energía que los casos anteriores. Por último, para que un fotón sea activo en un proceso biológico impulsado por la luz como la fotosíntesis debe tener suficiente energía para realizar el trabajo requerido.

Por otra parte, cuando la luz incide en una hoja puede suceder: que la luz se absorba; que se refleje (rebota en el objeto) o que se transmita (pasa a través). La luz que se absorbe puede calentar un objeto o impulsar un proceso biológico como la fotosíntesis.

Cuando una molécula absorbe un fotón, se apropia de su energía y pasa de un estado de energía basal (baja energía) a un estado excitado (alta energía). El incremento de la energía en una molécula empuja a uno de sus electrones hacia un orbital más alejado del núcleo; electrón que es sostenido con menor fuerza por la molécula.

A las moléculas que tienen como función absorber las diferentes longitudes de onda de la luz se llaman pigmentos.

## Los pigmentos

Son “moléculas que absorben longitudes en la región visible del espectro electromagnético” (Purves 20003, p. 139). Los cloroplastos poseen pigmentos como la clorofila, molécula que absorbe luz violeta, azul y roja pero refleja la verde. Así que las hojas verdes son ricas en clorofila. Por su parte, los tilacoides también contienen pigmentos que captan energía luminosa como los carotenoides que absorben luz azul y verde y reflejan principalmente la amarilla, anaranjada o roja y en el caso de las ficocianinas absorben luz verde y amarilla y reflejan las longitudes de onda azul o púrpura.

Los pigmentos importantes para la fotosíntesis son la **clorofila a** y la **clorofila b**, ambas difieren ligeramente, poseen una estructura de anillo complejo similar al del

grupo *hemo* de la hemoglobina. En el centro de cada anillo de clorofila se encuentra un átomo de magnesio y en la periferia del anillo hay una larga cadena de hidrocarburos que pueden fijar la clorofila a la porción hidrofóbica de la membrana del tilacoide.

Los pigmentos como la clorofila *a* absorben las longitudes de onda azul y roja. Sin embargo los organismos fotosintéticos poseen pigmentos accesorios como los carotenoides, como el  $\beta$ -**caroteno**, que absorben fotones en las longitudes de onda azul y azul-verde y aparecen amarillo profundo; las ficobilinas (ficocianina y ficoeritrina), se encuentran en las algas rojas y en las cianobacterias. Absorben longitudes de onda amarilla-verde, amarilla y naranja. Estos pigmentos accesorios, en colaboración con las clorofilas, conforman un sistema de antenas que absorben energía acaparando gran parte del espectro de luz visible.

Una molécula de pigmento pasa a un estado excitado cuando absorbe un fotón. En este estado de energía potencial inestable no dura mucho tiempo pues está sujeta a: que la molécula regrese a su estado basal, emitiendo gran parte de la energía absorbida como fluorescencia. Por lo tanto, no hay cambio ni trabajo químico; las moléculas del pigmento pueden pasar la energía absorbida a otras moléculas. En los organismos fotosintéticos los pigmentos están dispuestos en un sistema de antena que absorbe energía. El centro de reacción es la parte de la antena que convierte la luz absorbida en energía química. En las plantas, la molécula de pigmento en un centro de reacción es siempre una molécula de clorofila *a* (Purves y cols., 2003, p.141). En conclusión, tanto la clorofila, los carotenoides y las ficocianinas impulsan en cierto grado la fotosíntesis.

Para mediados del siglo XIX, la fotosíntesis era concebida como un conjunto de reacciones que se dividían en dos vías: (i) La primera es conocida como las reacciones lumínicas, impulsada por la energía de la luz hasta producir ATP y un transportador de electrones reducido ( $\text{NADH} + \text{H}^+$ ). (ii) La segunda es conocida como ciclo de Calvin-Benson, no utiliza directamente la luz y emplea ATP,  $\text{NADPH} + \text{H}^+$  y  $\text{CO}_2$  para producir azúcar.

En la primera vía de la fotosíntesis, la energía de la luz es capturada por los pigmentos y utilizada para producir ATP a partir del ADP y  $\text{P}_i$ . Las reacciones lumínicas están mediadas por los fotosistemas donde los electrones pasan (flujo de electrones) de una molécula a otra, hasta la síntesis de ATP. Debido a que la principal fuente de energía es la luz, esta síntesis se conoce como fotofosforilación.

La producción de  $\text{NADPH} + \text{H}^+$  y ATP son utilizados en el ciclo de Calvin Benson, cuyas reacciones atrapan  $\text{CO}_2$  y reducen el ácido resultante del azúcar. Esta vía se conoce como el ciclo de reducción fotosintética del carbono, o reacciones oscuras (porque ninguna de sus reacciones utiliza la luz en forma directa).

### **El flujo de electrones no cíclico produce ATP y NADPH**

Este flujo requiere la participación de dos moléculas distintas de clorofila que se asocian a dos fotosistemas: el fotosistema I y fotosistema II. El primero utiliza la energía de la luz para reducir  $\text{NADP}^+$  a  $\text{NADPH} + \text{H}^+$  y el segundo, utiliza la energía de la luz para oxidar moléculas de agua, produciendo electrones, protones ( $\text{H}^+$ ) y oxígeno.

El centro de reacción del fotosistema I, contiene una molécula de clorofila *a* en una forma llamada  $\text{P}_{700}$  porque absorbe la luz a 700 nm de manera máxima. El centro de reacción para el fotosistema II contiene una molécula de clorofila *a* en una forma llamada  $\text{P}_{680}$  porque absorbe la luz óptimamente a 680 nm.

## **El fotosistema II, genera ATP**

“Utiliza la energía de la luz para oxidar moléculas de agua, produciendo electrones, protones ( $H^+$ ) y oxígeno” (Purves y cols., 2003, p. 142). Para entender el proceso de cómo se captura la energía luminosa se sugiere según Audesirk y cols., (2003) iniciar con el fotosistema II.

Para explicar la función de los fotosistemas el equipo de Audesirk propone utilizar la analogía de la recepción de televisión. Los pigmentos que absorben luz se denominaran moléculas antena, porque captan la energía y la transfieren al centro de reacción donde se procesa. La clorofila del centro de reacción está situada cerca del sistema de transporte de electrones.

Las reacciones dependientes de la luz inician cuando los fotones son absorbidos por el complejo recolector del fotosistema II: la energía de cada fotón se transfiere de molécula a molécula hasta llegar al centro de reacción, donde un electrón es impulsado a salir de la molécula de la clorofila. El primer portador de electrones del sistema de transporte de éstos acepta de inmediato los electrones energizados. Éstos se trasladan de una molécula portadora a la siguiente, liberando energía en el camino. Parte de la energía se utiliza para bombear iones hidrógeno ( $H^+$ ) de un lado a otro de la membrana tilacoidea, lo que genera un gradiente de iones  $H^+$  dentro del tilacoide. Este gradiente impulsa la síntesis de ATP por quimiósmosis.

## **El fotosistema I, genera NADPH**

Utiliza la energía de la luz para reducir  $NADP^+$  a  $NADPH+H^+$  (Purves y cols., 2003. Pg. 142). Por cada fotón que incide en el fotosistema I, expulsa un electrón de la clorofila de su centro de reacción. Estos electrones saltan al sistema de transporte de electrones y de inmediato, la clorofila del centro de reacción del fotosistema I reemplaza sus electrones perdidos tomándolos del último portador de electrones del sistema de transporte del fotosistema II. Los electrones de alta energía del fotosistema I se desplazan a través de su sistema de transporte hasta el portador  $NADP^+$ . Cada molécula de  $NADP^+$  capta dos electrones energéticos y un ión hidrógeno para formar NADPH. Tanto  $NADP^+$  como NADPH son moléculas solubles en agua que están disueltas en el estroma del cloroplasto.

En suma, el flujo de electrones no cíclico usa una molécula de agua, cuatro fotones (dos absorbidos por el fotosistema I y dos absorbidos por el fotosistema II), una molécula de  $NADP^+$ , ADP y un  $P_i$ . A partir de estos ingredientes cada uno produce una molécula de  $NADPH+H^+$  y 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  $NADPH + H^+$  (Purves y cols., 2003)

## **La quimiósmosis es la fuente de ATP**

En los cloroplastos, al igual que en las mitocondrias, los electrones se mueven a través de una serie de reacciones redox, liberando energía, que es utilizada para transportar protones ( $H^+$ ) a través de una membrana. Este transporte activo de protones da como

resultado la fuerza protón motriz, una diferencia en el pH y en la carga eléctrica a través de la membrana.

En el cloroplasto, los transportadores de electrones en la membrana de los tilacoides están orientados de modo que los protones se mueven hacia el interior del tilacoide y el interior se vuelve ácido con respecto al exterior. La relación de  $H^+$  en el interior de un tilacoide con su exterior es normalmente 19,000:1, lo que representa una diferencia de cuatro unidades de pH. Esta diferencia de pH conduce a la difusión de protones nuevamente hacia fuera del tilacoide, a través de los canales específicos de la membrana. Estos canales son enzimas ATP sintasas que acoplan la formación de ATP a la difusión de protones otra vez a través de la membrana, al igual que en la mitocondria.

### **Ciclo de Calvin-Benson: Obtención de azúcar a partir de $CO_2$**

La segunda vía principal de la fotosíntesis es el ciclo de Calvin-Benson. Las reacciones de esta vía permiten incorporar  $CO_2$  en moléculas de carbohidratos. La mayor parte de las enzimas que catalizan las reacciones de esta vía están disueltas en el estroma del cloroplasto por lo que es ahí donde se lleva a cabo; se denominan “reacciones oscuras” porque no requieren directamente la energía lumínica. Sin embargo utiliza la energía del ATP y del NADPH, producidos en los tilacoides durante las reacciones lumínicas, para reducir el  $CO_2$  a hidratos de carbono, por lo tanto, estas reacciones requieren la luz de manera indirecta.

El Ciclo de Calvin-Benson usa los compuestos de alta energía fabricados en los tilacoides durante las reacciones lumínicas (ATP, NADPH) para reducir el  $CO_2$  a hidratos de carbono. Hay tres procesos que forman el ciclo:

1. La fijación de  $CO_2$ . Esta reacción es catalizada por la proteína rubisco<sup>2</sup> y su producto es el 3-fosfoglicerato (3PG).
2. La conversión de  $CO_2$  fijado en el hidrato de carbono 3-fosfoglicerato (3PG), involucra una fosforilación que consume ATP y una reducción mediada por el NADPH.
3. La regeneración del aceptor de  $CO_2$ , la ribulosa bifosfato (RuBP). La mayoría de los 3PG terminan como ribulosa monofosfato (RuMP) y el ATP es usado para convertirlo en RuBP. Entonces para cada “vuelta” del ciclo con un  $CO_2$  fijado, el aceptor se regenera. El producto final de este Ciclo es el gliceraldehído 3-fosfato (G3P), que es un azúcar fosfato de tres carbonos, también llamado triosafosfato.

Hay dos destinos posibles para la G3P que termina como producto final del ciclo de Calvin-Benson. En una hoja, casi la tercera parte termina en el polisacárido almidón, que es almacenado en el cloroplasto y sirve como fuente de glucosa. Dos terceras partes del G3P son convertidas al disacárido sacarosa, que es transportado fuera de la hoja hacia otros órganos en la planta, donde es hidrolizado a sus constituyentes monosacáridos: glucosa y fructosa.

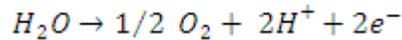
La glucosa producida en la fotosíntesis es usada luego por la planta para elaborar otros compuestos además de azúcares. El carbono de la glucosa es incorporado en los aminoácidos, los lípidos y los bloques de construcción de los ácidos nucleicos de todos los seres vivos.

---

<sup>2</sup> Ribulosa bisfosfato carboxilasa-oxígenoasa

## La descomposición del agua mantiene el flujo de electrones a través de los fotosistemas

Para mantener este flujo unidireccional de electrones, se debe abastecer continuamente al centro de reacción del fotosistema II con electrones nuevos. Estos electrones de reposición provienen del agua.



Por cada dos fotones capturados por el fotosistema II, dos electrones son expulsados de la clorofila del centro de reacción y son reemplazados por los dos electrones que se obtienen de la descomposición de una molécula de agua. A medida que se dividen las moléculas de agua, sus átomos de oxígeno se combinan para formar moléculas de oxígeno gaseoso,  $O_2$ .

Para Purves y colaboradores (2003), la parte “foto” de la fotosíntesis se refiere a la captura de energía luminosa por las reacciones dependientes de la luz. La parte “síntesis” refiere a la construcción de la glucosa que depende de las reacciones independientes de la luz.

### 2.3.3 Síntesis de proteínas

El DNA de una célula eucariótica está en el núcleo celular, pero la síntesis de proteínas se lleva a cabo en los ribosomas del citoplasma. Por tanto, es imposible que el DNA dirija directamente la síntesis de proteínas. Para ello, sirve como intermediario, una molécula que lleva la información del DNA del núcleo a los ribosomas del citoplasma. Esta molécula es el ácido ribonucleico o RNA (Audesirk y cols., 2003).

El RNA es similar al DNA, pero difiere estructuralmente en tres aspectos: El RNA consta generalmente de una sola cadena; tiene el azúcar ribosa en vez de desoxirribosa en su esqueleto; y el RNA tiene la base uracilo en lugar de la base timina del DNA.

El DNA codifica la síntesis de tres tipos principales de RNA: del RNAmensajero (RNAm), RNA ribosómico (RNAr) y RNA de transferencia (RNAt). Estas moléculas intervienen en la conversión de la secuencia de nucleótidos de los genes a la secuencia de aminoácidos de las proteínas. La información del DNA se utiliza para dirigir la síntesis de proteínas mediante un proceso que ocurre en dos etapas.

1. Un gen es un segmento de DNA que puede ser copiado, o transcrito, en RNA. La transcripción es catalizada por la RNA polimerasa y se lleva a cabo en el núcleo. Durante la síntesis de RNA, o transcripción, la información contenida en el DNA de un gen específico se copia en RNA, ya sea RNA mensajero (RNAm), RNA de transferencia (RNAt) o RNA ribosómico (RNAr).

2. Durante la síntesis de proteínas, o traducción, el RNAt y el RNAr, junto con ciertas proteínas, utilizan la secuencia de nucleótidos de una molécula de RNAm para sintetizar una secuencia de aminoácidos específica de una proteína. El RNAr no funciona por sí solo, sino que se combina con varias proteínas para formar una estructura compleja llamada ribosoma. La traducción es catalizada por los ribosomas y se efectúa en el citoplasma (Audesirk y cols., 2003)

Para conocer los mecanismos moleculares que intervienen en la transferencia de información del DNA al RNA y a las proteínas, los genetistas tuvieron que vencer la barrera del idioma y fue superada con la propuesta de un “código genético”.

## **Transcripción de un gen al RNA**

La transcripción es un proceso que consiste en tres etapas:

1. Inicio: una región al principio del gen, donde ocurre el inicio de la transcripción,
2. Alargamiento: el “cuerpo” del gen donde se produce el alargamiento de la cadena de RNA,
3. Terminación: una señal de terminación al final del gen, donde cesa, o termina, la síntesis de RNA.

Para iniciar la transcripción, la RNA polimerasa debe localizar el comienzo de los genes que habrán de transcribirse en esa célula en particular. En algunos casos sólo se transcriben en determinados momentos o sólo en algunos individuos. Por lo tanto, la RNA polimerasa “selecciona” los genes que deberá transcribir en cada tipo y en cada etapa de la vida de la célula. Esta regulación exige la presencia de regiones de control dentro del gen, entre ellas la región del promotor. El promotor es una secuencia no transcrita de bases de DNA que señala el comienzo del gen. Cuando se une al promotor de un gen, el RNA polimerasa cambia de forma y obliga a la doble hélice del DNA del inicio de un gen a desenrollarse parcialmente. La RNA polimerasa va entonces en un sentido, a lo largo de una de las cadenas de DNA, sintetizando una cadena individual de RNA que es complementaria respecto a esa cadena de DNA. A esta cadena de DNA se le da el nombre de cadena molde. Durante el proceso de transcripción, el RNA forma los mismos pares de bases que el DNA, salvo que en el RNA es el uracilo, en lugar de timina.

La RNA polimerasa continúa avanzando a lo largo de la cadena molde, hasta que alcanza una secuencia de bases de DNA del gen conocida como señal de terminación. En este punto, la RNA polimerasa libera la molécula de RNA terminada y se desprende del DNA. La RNA polimerasa queda libre entonces para unirse a otro promotor y sintetizar otra molécula de RNA.

La polimerización es siempre en sentido 5`→3`by termina cuando en el RNA naciente se reconocen las señales de terminación. Las dos cadenas de DNA son complementarias, no idénticas. La secuencia de bases de una de las cadenas contiene el código para la síntesis de un RNAm complementario, capaz de traducirse en una proteína que desempeña una función. Esta cadena de DNA se conoce como la cadena molde: es la plantilla o patrón, a partir de la cual se elabora la cadena de RNA complementario.

La transcripción de genes al RNA es selectiva en dos sentidos principales. Puede solo copiarse sólo ciertos genes en el RNA y otra es que se codifiquen aquellas proteínas o moléculas de RNA que son indispensables para la vida de cualquier célula.

Cada tipo de RNA tiene una función específica en la síntesis de proteínas. Todo el RNA se produce por transcripción del DNA, pero sólo el RNAm contiene el código de la secuencia de aminoácidos de una proteína. En las células eucarióticas, las moléculas de RNAm son sintetizadas en el núcleo y pasan al citoplasma a través de los poros de la envoltura nuclear. En el citoplasma, el RNAm se une a la subunidad 40S, después se

une la 60S y se conforman los ribosomas, los cuales sintetizan una proteína con arreglo a la secuencia de bases del RNAm.

## Los ribosomas

Son estructuras que llevan a cabo la traducción, son entidades compuestas a las que se une el RNAt y contienen muchas proteínas diferentes. Cada ribosoma se compone de dos subunidades: una grande y una pequeña. Las dos subunidades permanecen separadas, sin embargo cuando se está llevando a cabo la síntesis de proteínas, la subunidad ribosómica pequeña y la subunidad ribosómica grande se juntan, con una molécula de RNAm entre ellas. El ribosoma tiene sitios de enlazamiento para dos moléculas de RNAt y un sitio catalítico para unir los aminoácidos sujetos a las moléculas de RNAt. Los ribosomas son críticos para la función celular pues la mayor parte de las células requieren una elevada síntesis de proteínas. Por ejemplo, ciertos leucocitos (glóbulos blancos de la sangre) secretan proteínas de anticuerpos en el torrente sanguíneo. Una sola de estas células es capaz de producir 20,000 proteínas de anticuerpos por segundo. Por consiguiente, la mayoría de las células eucarióticas tiene decenas de miles de ribosomas para satisfacer sus necesidades de proteínas nuevas.

La entrada de los aminoácidos al ribosoma para su incorporación en la cadena de proteínas en crecimiento depende de la actividad del RNAt. Cada célula sintetiza 61 diferentes tipos de RNAt, uno por cada codón diferente que representa un aminoácido. Veinte enzimas del citoplasma, una por cada aminoácido, reconocen a las moléculas de RNAt y acoplan el aminoácido correcto a un extremo. Por ejemplo, una enzima reconoce a los seis diferentes RNAt de leucina y acopla una leucina a cada uno.

La capacidad del RNAt para entregar el aminoácido correcto depende de un apareamiento de bases específico entre el RNAt y el RNAm. Cada RNAt tiene tres bases expuestas, conocidas como el anticodón, que forman pares de bases con el codón del RNAm. Por ejemplo, el codón del RNAm AUG forma pares de bases con el anticodón UAC de un RNAt, al que está unida el aminoácido metionina. El ribosoma puede entonces incorporar metionina a una cadena proteínica en crecimiento.

Durante la traducción, el RNAm, el RNAt y los ribosomas cooperan para sintetizar proteínas. Al igual que la transcripción la traducción consta de tres etapas

1. Inicio de la síntesis de proteínas.
2. Alargamiento de la cadena proteínica y,
3. Terminación de la traducción.

Inicio: la síntesis de la proteína se inicia cuando el RNAt y el RNAm se ligan a un ribosoma.

El aminoácido metionina puede estar presente en muchos puntos de la secuencia de aminoácidos de una proteína. Sin embargo, la metionina también ocupa un lugar singular en la síntesis de proteínas. El primer aminoácido de toda proteína que se sintetiza es la metionina. Sólo el codón AUG especifica metionina y únicamente los RNAt con un anticodón UAC la transportan. El primer codón AUG de una secuencia de RNAm eucariótico especifica el punto de inicio de la traducción. Un "complejo de inicio", que continúe la unidad ribosómica pequeña (40S), un RNAt de metionina y varias proteínas más, también desempeñan un papel crítico en el comienzo de la traducción. El complejo se adhiere al extremo de una molécula de RNAm y avanza a lo largo de ella hasta encontrar el primer codón AUG de la secuencia del RNAm. En este punto, el

codón AUG del RNAm forma pares de bases con el anticodón UAC del RNAt de metionina. La unidad ribosómica grande (60S) se adhiere a la subunidad pequeña y al RNAt de metionina, de tal modo que el RNAm queda emparejado entre las dos subunidades ribosómicas; el RNAt de metionina es el primer sitio de unión del RNAt de la subunidad grande. El ribosoma está ahora totalmente ensamblado y listo para comenzar la traducción.

Alargamiento y terminación: la síntesis de la proteína prosigue de aminoácidos en aminoácido hasta que se alcanza un codón de terminación o de “alto”. El ribosoma ensamblado abarca alrededor de 30 nucleótidos del RNAm y mantiene dos codones de RNAm alineados con los dos sitios de unión del RNAt de la subunidad grande. Con ayuda de ciertas proteínas, un segundo RNAt, con el anticodón complementario y un aminoácido sujeto a él, se desplaza al segundo sitio de unión del RNAt de la subunidad grande. Los aminoácidos sujetos a los dos RNAt están ahora uno junto al otro. El sitio catalítico de la subunidad grande rompe el enlace que mantiene unido el primer aminoácido a su RNAt y forma un enlace peptídico entre los dos aminoácidos. Al concluir esta etapa el primer RNAt está “vacío” y el segundo RNAt contiene una cadena de dos aminoácidos. Con ayuda de otras proteínas, el ribosoma libera al RNAt vacío y se desplaza al siguiente codón de la molécula de RNAm.

El RNAt que tiene la cadena de aminoácidos en proceso de alargamiento también se desplaza, avanzando del segundo al primer sitio de unión del ribosoma. Un nuevo RNAt complementario, que lleva consigo el siguiente aminoácido, se une al segundo sitio vacío. Ahora el sitio catalítico de la subunidad grande enlaza el tercer aminoácido a la cadena proteínica en crecimiento. El RNAt “vacío” sale del ribosoma, éste se desplaza a otro codón y se repite el proceso, conforme el ribosoma avanza en el RNAm de codón en codón.

En la cadena molde de DNA la señal de terminación o de “alto” para la RNA polimerasa indica que la transcripción del gen ha concluido. Los ribosomas también necesitan una señal que les indique el final de la síntesis de proteínas. Esta señal es un codón de terminación o de “alto” que está en la molécula de RNAm. A diferencia de los otros 61 codones, los codones de terminación no se enlazan a un RNAt. En cambio, ciertas proteínas especiales se unen al ribosoma cuando éste encuentra un codón de “alto” y lo obligan a librar la cadena proteínica terminada y el RNAm. El ribosoma se descompone en la subunidad grande y pequeña que se usan después para traducir otro RNAm. “En condiciones óptimas, un ribosoma sintetiza de 5 a 15 enlaces peptídicos por segundo. Por consiguiente, la traducción de un RNAm que codifica una proteína de anticuerpo, que tiene aproximadamente 500 aminoácidos de largo, toma menos de 2 minutos. La mayor parte de las proteínas tienen de 100 a 200 aminoácidos de largo y se sintetizan en menos de un minuto” (Audesirk y cols., 2003, p. 173).

## ANEXO 2 APÉNDICE A

PLANEACIÓN DIDÁCTICA DE LA ESTRATEGIA CON UN ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA PARA EL TEMA DE METABOLISMO

### PLANEACIÓN DIDÁCTICA BIOLOGÍA III, QUINTO SEMESTRE Sesión 1°

**Unidad I** ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

**Propósito:** Al finalizar la unidad, el estudiante comprenderá qué es el metabolismo, a través del estudio de diferentes rutas, para que reconozca su importancia en la diversidad biológica.

Tema	Objetivos
Presentación del curso	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dar a conocer a los estudiantes las normas de trabajo y evaluación del curso.</li> <li>▪ Conocer a los estudiantes del grupo a través de una dinámica integradora.</li> <li>▪ Aplicar el instrumento socio demográfico en el grupo experimental y control para conocer las habilidades, gustos, contexto familiar y académico de los estudiantes.</li> <li>▪ Aplicar a los estudiantes el cuestionario de conocimientos declarativos sobre metabolismo (CCDM) para conocer los conocimientos previos del estudiante sobre los contenidos de la unidad.</li> <li>• Aplicar habilidades, actitudes y valores para comunicar de forma oral y escrita la información derivada de las actividades realizadas en forma individual y en equipo</li> </ul>

Actividad didáctica	Material a utilizar	Evaluaciones	Observaciones
<p><b>INICIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presentación del profesor</li> <li>▪ Dinámica de integración I Para conocer a los estudiantes del grupo.</li> <li>▪ Aplicación del cuestionario socio demográfico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Copias de la DINÁMICA DE INTEGRACIÓN I (Ver anexo 3, Apéndice A)</li> <li>▪ Caja de zapatos</li> <li>▪ Copias del CUESTIONARIO SOCIO DEMOGRÁFICO. (Ver anexo 1, Apéndice B)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Participación del estudiante observada y registrada por la profesora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entrega del CCDM por los estudiantes debidamente contestada</li> </ul>
<p><b>DESARROLLO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Exposición del profesor sobre la forma en que se va a conducir el curso, evaluación y las normas de trabajo.</li> <li>▪ Dinámica II, de integración.</li> <li>▪ Exposición del profesor para dar a conocer los contenidos de la unidad I,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Exposición del profesor, pizarrón y gis</li> <li>▪ Caja de zapatos, hojas de colores y plumones.</li> <li>▪ Copias de la DINÁMICA DE INTEGRACIÓN II, (Ver anexo 3, Apéndice A)</li> <li>▪ Programa de estudios de Biología III (Ver Capítulo I)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación de los estudiantes observada por la profesora.</li> </ul>	
<p><b>CIERRE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aplicar el Cuestionario de conocimientos declarativos sobre metabolismo (con ello se da inicio la fase A de la investigación denominada pre-evaluación).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Copias del CUESTIONARIO DE CONOCIMIENTOS DECLARATIVOS SOBRE METABOLISMO, CCDM) (Ver anexo 2, Apéndice B), tanto para el grupo control como para el grupo experimental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Solución y entrega del Cuestionario de Conocimientos declarativos sobre metabolismo.</li> </ul>	

## PLANEACIÓN DIDÁCTICA

### BIOLOGÍA III, QUINTO SEMESTRE

#### Sesión 2°

**Unidad:** ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

**Propósito:** Al finalizar la unidad, el estudiante comprenderá qué es el metabolismo, a través del estudio de diferentes rutas, para que reconozca su importancia en la diversidad biológica.

Tema	Sub tema	Objetivos
TEMA I METABOLISMO	Introducción a la Diversidad Metabólica	El estudiante: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conoce e identifica la evolución metabólica de los organismos al conocer su ambiente y la estrategia que desarrollaron para adaptarse y sobrevivir.</li> <li>• Pondrá en práctica habilidades lectoras para interpretar un texto en una línea del tiempo.</li> <li>• 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</li> </ul>

Actividad didáctica	Material a utilizar	Evaluaciones	Observaciones
<p><b>INICIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La profesora da a conocer el tema, el objetivo y las actividades y cómo se va a evaluar la clase.</li> <li>• Detectar los conocimientos previos de los estudiantes a través de la elaboración de un glosario.</li> <li>• Revisión y discusión grupal sobre los conceptos del glosario que les fueron familiares y los que no.</li> </ul> <p><b>DESARROLLO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Con la lectura “¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?” los estudiantes en equipo de cuatro personas, identifican los eventos más importantes que hicieron posible la evolución de los organismos según el ambiente y sus requerimientos energéticos para su sobrevivencia.</li> <li>• Con las ideas anteriores los estudiantes elaboran una <b>línea del tiempo</b> donde se visualice esa evolución metabólica (Ver anexo 8).</li> </ul> <p><b>CIERRE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición por parte de los estudiantes de su actividad y discusión grupal de la misma.</li> <li>• La profesora presenta la línea del tiempo y un mapa conceptual del tema diversidad biológica para integrar los conceptos manejados en la lectura y cerrar el tema.</li> <li>• Resolver el cuestionario de opinión del estudiante sobre la estrategia didáctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gis, pizarrón, borrador, lista de asistencia.</li> <li>• GLOSARIO: Copias del formato para cada estudiante. Ver actividad en el anexo 4, Apéndice A de los materiales didácticos utilizados en la intervención pedagógica.</li> <li>• LECTURA Copias de la lectura para cada estudiante “¿CÓMO SE EXPLICA LA DIVERSIDAD DE LOS SISTEMAS VIVOS A TRAVÉS DEL METABOLISMO?” (Ver anexo 4, apéndice A)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuaderno de apuntes, lápiz, regla, colores.</li> </ul> </li> <li>• Copias del instrumento para realizar la LÍNEA DEL TIEMPO (Ver anexo 4, apéndice A).</li> <li>• Computadora</li> <li>• Cañón</li> <li>• Diseño del Mapa conceptual</li> <li>• Copias del CUESTIONARIO DE OPINIÓN DE LOS ESTUDIANTES SOBRE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA (Ver instrumento en el anexo 4, apéndice B)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de las participaciones de los estudiantes en el instrumento de evaluación formativa (Ver formato en el anexo 5, apéndice B) por parte de la profesora del grupo y entrega del producto culminado.</li> <li>• Entrega de la actividad en el cuaderno de apuntes por equipo para su revisión.</li> <li>• Monitoreo constante por parte de la profesora hacia los estudiantes</li> <li>• Entrega de la actividad terminada.</li> <li>• La participación será valorada según la actividad del estudiante la cual será verificada a través de la observación de la profesora debido al monitoreo constante a los estudiantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para conocer los conocimientos previos de los estudiantes se elaboró esta actividad.</li> <li>• Pedir al estudiante un libro de Biología a clase como texto de consulta para apoyar las dudas y trabajos a realizar.</li> <li>♣ Se evalúa a la profesora con la lista de cotejo de la actuación docente (Ver instrumento en el anexo 3, apéndice B).</li> </ul>

## PLANEACIÓN DIDÁCTICA

### BIOLOGÍA III, QUINTO SEMESTRE

#### Sesión 3°

**Unidad:** ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

**Propósito:** al finalizar la unidad, el estudiante comprenderá qué es el metabolismo, a través del estudio de diferentes rutas, para que reconozca su importancia en la diversidad biológica.

Tema	Sub-tema	Aprendizaje
TEMA I METABOLISMO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversidad metabólica</li> <li>• Concepto de Metabolismo</li> </ul>	<p>El estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Expone sus conocimientos previos sobre el concepto de metabolismo.</li> <li>• Conoce el concepto de metabolismo y su importancia en los sistemas vivos a través de una Presentación PPT.</li> <li>• Compara y reconstruye las ideas previas y posteriores al finalizar el tema sobre metabolismo.</li> <li>• Arma a través de un mapa conceptual el tema de metabolismo y su importancia en los sistemas vivos.</li> <li>• 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</li> </ul>

Actividad didáctica	Material a utilizar	Evaluaciones	Observaciones
<p><b>INICIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La profesora da a conocer el tema, objetivo y las actividades a desarrollar así como la forma de evaluación.</li> <li>• Se resuelven las dudas de la sesión anterior.</li> <li>• Se pide la participación de los estudiantes para la interpretación del mapa conceptual sobre diversidad metabólica (Ver anexo 4, apéndice A).</li> <li>• Para iniciar el nuevo tema se pide a los estudiantes se integren en equipos de cuatro personas y en un pliego de papel bond trazan un cuadro con tres columnas en la primera escribirán lo que saben o conocen sobre el concepto de metabolismo y dejan para el desarrollo y cierre de la sesión el llenado de la segunda y tercer columna que se refiere a lo que entendieron y conclusión del tema sobre metabolismo (Ver anexo 5, apéndice A)</li> </ul> <p><b>DESARROLLO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La profesora expone el tema sobre metabolismo con una presentación PPT (Ver anexo 5, apéndice A)</li> <li>• Los estudiantes arman un mapa conceptual sobre el tema de metabolismo.</li> </ul> <p><b>CIERRE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los estudiantes llenan la última columna de la actividad inicial y comparan sus respuestas para elaborar una nueva versión del concepto de metabolismo y su importancia en los sistemas vivos.</li> <li>• Resolver EL CUESTIONARIO DE OPINIÓN DEL ESTUDIANTE SOBRE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarrón y gis</li> <li>• Planeación de la sesión</li>   <li>• Marcadores de colores, cinta adhesiva, papel bond de cuadro grande y una regla.</li> <li>• (Ver el formato de trabajo en el anexo 5, apéndice A, del material didáctico utilizado en la intervención pedagógica)</li>   <li>• Computadora</li> <li>• Cañón</li> <li>• Diseño de la presentación sobre el tema de metabolismo.</li> <li>• Copias para cada alumno de la actividad CONSTRUYE DEL TEMA UN MAPA CONCEPTUAL (Ver formato en el anexo 5, apéndice A)</li>   <li>• Marcadores de colores, cinta adhesiva, papel bond de cuadro grande y una regla.</li> <li>• Copias del cuestionario de opinión del estudiante sobre la estrategia didáctica (anexo 4, apéndice B).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación del estudiante y se registrará en la lista de evaluación formativa.</li>   <li>• Participación del estudiante y se registrará en la lista de evaluación formativa.</li>   <li>• Participación del estudiante y se registrará en la lista de evaluación formativa.</li>   <li>• Exposición de los equipos y entrega de la actividad que serán registradas en la lista de evaluación de trabajos (Véase el formato en el anexo 5, apéndice B)</li> </ul>	<p>Pedir a los estudiantes un libro de Biología a clase como texto de consulta para apoyar las dudas y trabajos a realizar.</p> <p>♣ Se evalúa a la profesora con la lista de cotejo de la actuación docente (Ver instrumento en el anexo 3, apéndice B).</p>

**PLANEACIÓN DIDÁCTICA**  
**BIOLOGÍA III, QUINTO SEMESTRE**  
**Sesión 4**

**Unidad:** ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

**Propósito:** al finalizar la unidad, el estudiante comprenderá qué es el metabolismo, a través del estudio de diferentes rutas, para que reconozca su importancia en la diversidad biológica.

Tema	Sub-temas	Aprendizaje
TEMA I METABOLISMO	<b>ENERGÍA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía cinética</li> <li>• Energía potencial</li> <li>• Reacciones exergónicas</li> <li>• Reacciones endergónicas</li> <li>• Primera y segunda ley de la Termodinámica</li> </ul>	El estudiante: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocerá el concepto de energía</li> <li>• Identificará la energía cinética y la energía potencial</li> <li>• Conocerá la importancia de las reacciones exergónicas y endergónicas.</li> <li>• Identificará la importancia de la energía en los sistemas vivos,               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocerán que los seres vivos están regidos por las leyes de la termodinámica (Primera y segunda Ley de la termodinámica).</li> </ul> </li> <li>• 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</li> </ul>

Actividad didáctica	Material a utilizar	Evaluaciones	Observaciones
<b>INICIO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La profesora da a conocer de la sesión: el tema, el objetivo y las actividades a desarrollar así como la forma de evaluar la sesión.</li> <li>• Se resuelven las dudas de la sesión anterior.</li> <li>• Los estudiantes resuelven un ejercicio diagnóstico titulado “¿Qué tanto sabes sobre el tema de energía?” (consultar anexo 6, apéndice A)</li> <li>• Discusión grupal del ejercicio.</li> </ul> <b>DESARROLLO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Con la ayuda de un estudiante se realizará un ejercicio demostrativo sobre la combustión del azúcar.</li> <li>• Se resuelve en equipo un cuestionario.</li> <li>• Después de un tiempo se proporciona a los estudiantes la lectura titulada ¿Qué es la energía? para auxiliarlos en las respuestas del cuestionario (Ver anexo 6, apéndice A).</li> <li>• Discusión grupal del cuestionario.</li> </ul> <b>CIERRE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se explica brevemente cómo se realiza un mapa conceptual y se proporciona a cada equipo de dos personas una copia de la hoja didáctica titulada “conceptos para la construcción de un mapa conceptual”</li> <li>• Los estudiantes exponen sus mapas conceptuales o esquemas por equipo</li> <li>• Finalmente la profesora expone sus esquemas y pide a los estudiantes lo analicen e interpreten y elaboren un resumen de tarea.</li> <li>• Resolver el cuestionario de opinión del estudiante sobre la estrategia didáctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarrón y gis</li> <li>• Planeación de la sesión</li> <li>• Sustancia azúcar de mesa</li> <li>• Mechero</li> <li>• Cerillos</li> <li>• Copias del Cuestionario para el experimento demostrativo (para cada equipo) ver anexo 6, apéndice A.               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se proporciona a los estudiantes copias de la lectura ¿Qué es la energía? (anexo 6, apéndice A)</li> </ul> </li> <li>• Pizarrón y gis</li> <li>▪ Cuaderno de apuntes</li> <li>▪ Copias de la actividad “conceptos para la construcción de un mapa conceptual que se localiza en el anexo 6, apéndice A).</li> <li>▪ Copias del CUESTIONARIO DE OPINIÓN DE LOS ESTUDIANTES SOBRE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA (anexo 4, apéndice B).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrega del producto elaborado al inicio de la sesión.</li> <li>• Participación de los estudiantes durante la presentación del tema.</li> <li>• Entrega del cuestionario resuelto.</li> <li>• Participación de los estudiantes la que será registrada en la lista de actividades de evaluación.</li> <li>• Entrega del esquemas o mapas conceptuales por equipo y del resumen de manera individual.</li> </ul>	<p>El estudiante deberá traer a clase un texto de biología que le auxilie durante el estudio del tema.</p> <p>✦ Se evalúa a la profesora con la lista de cotejo de la actuación docente (Ver instrumento en el anexo 3, apéndice B).</p> <p>TAREA a casa            El estudiante investigará lo siguiente:            ¿Qué es una enzima?            ¿Cuál su función?            ¿Cuántos tipos existen?            ¿Cómo Actúan?</p>

**PLANEACIÓN DIDÁCTICA**  
**BIOLOGÍA III, QUINTO SEMESTRE**  
**Sesión: 5°**

**Unidad:** ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

**Propósito:** al finalizar la unidad, el estudiante comprenderá qué es el metabolismo, a través del estudio de diferentes rutas, para que reconozca su importancia en la diversidad biológica.

TEMA	SUB-TEMA	Aprendizaje
TEMA I METABOLISMO	ENZIMAS	<p>El estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocerá qué es una enzima, sus características, su función y sus tipos.</li> <li>• Describirá las características de las enzimas e identificarán sus tipos y funciones.</li> <li>• Integrará los conceptos estudiados del tema en un mapa mental o cuadro sinóptico.</li> <li>• 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.</li> </ul>

Actividad didáctica	Material a utilizar	Evaluaciones	Observaciones
<p><b>INICIO</b> La profesora:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presenta a los estudiantes el tema, los objetivos y la forma de evaluar la sesión.</li> <li>• Organiza a los estudiantes en equipos de 4 personas.</li> <li>• Proporciona a los estudiantes una hoja didáctica titulada “Enzimas, conocimientos previos”</li> <li>• Discusión grupal de la actividad.</li> </ul> <p><b>DESARROLLO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La profesora expone el tema con una presentación Power Point, previamente diseñada.</li> <li>• La profesora retoma algunas ideas de la actividad de inicio y promueve la participación de los estudiantes.</li> <li>• Al finalizar la presentación se pide a los estudiantes de manera individual elaboren un mapa mental, donde aborden lo siguiente qué es una enzima, su función y clasificación; para ello, se da la explicación necesaria para su construcción, la tarea realizada en casa es fundamental para esta actividad así, como acudir a clase con un libro de Biología que aborde el tema que se está estudiando.</li> </ul> <p><b>CIERRE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Algunos estudiantes exponen su trabajo y el resto del grupo escucha, cuestiona o corrige.</li> <li>• La profesora presenta el cierre del tema y pide a los alumnos interpreten el mapa conceptual incluido en el anexo 7, apéndice A.</li> <li>• Los estudiantes resolverán el cuestionario de opinión sobre la estrategia didáctica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarrón, gis y borrador.</li> <li>• Copias de la hoja didáctica “Enzimas, conocimientos previos” (Anexo 7, apéndice A)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarrón y gis</li> <li>▪ Cuaderno de apuntes</li> <li>• Computadora</li> <li>• Cañón</li> <li>• Texto de biología.</li> <li>• Tareas realizadas previamente por los estudiantes.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarrón, gises de colores y borrador.</li> <li>▪ Copias del CUESTIONARIO DE OPINIÓN DE LOS ESTUDIANTES SOBRE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA (Anexo 4, apéndice B).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrega de la hoja didáctica resuelta.</li> <li>• Participación de los estudiantes durante la sesión de clase.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación del estudiante que será registrada en la lista de control de actividades.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrega del producto elaborado (mapa mental sobre el tema de las enzimas)</li> <li>• Todos los ejercicios serán evaluados con una escala de 0 a 10 puntos.</li> </ul>	<p>El estudiante deberá traer a clase un texto de biología que le auxilie durante el estudio del tema.</p> <p>TAREA previa a la sesión: El estudiante investigará lo siguiente: ¿Qué es una enzima? ¿Cuál es su función? ¿Cuántos tipos existen? ¿Cómo actúan?</p> <p>ORGANIZAR A LOS ESTUDIANTES POR EQUIPOS DE 4 INTEGRANTES PARA LA ACTIVIDAD DE LABORATORIO.</p>

**PLANEACIÓN DIDÁCTICA**  
**BIOLOGÍA III, QUINTO SEMESTRE**  
**Sesión: 6°**

**Unidad:** ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

**Propósito:** al finalizar la unidad, el estudiante comprenderá qué es el metabolismo, a través del estudio de diferentes rutas, para que reconozca su importancia en la diversidad biológica.

TEMA	SUB-TEMA	Aprendizaje
TEMA I METABOLISMO	ENZIMAS  Practica de laboratorio	<p>El estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificará a través de un ejercicio experimental la acción de una enzima.</li> <li>• Explicará a través de un ejercicio experimental la función de las enzimas que contiene la piña.</li> <li>• Valorará la importancia de las funciones de las enzimas.</li> <li>• Describirá la acción de una enzima.</li> <li>• Manipulará material de laboratorio.</li> <li>• Aplicarán sus habilidades de búsqueda, análisis e interpretación de información con la entrega del informe sobre el ejercicio experimental.</li> <li>• 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.</li> </ul>

Actividad didáctica	Material a utilizar	Evaluaciones	Observaciones
<p><b>INICIO</b> La profesora:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presenta a los estudiantes el tema, los objetivos y la forma de evaluar la sesión.</li> <li>• La profesora pide a los estudiantes antes de iniciar, leer la hoja didáctica del ejercicio experimental.</li> <li>• Se aclaran las dudas de cómo realizar el ejercicio.</li> <li>• Los estudiantes solicitan el material de laboratorio.</li> </ul> <p><b>DESARROLLO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los estudiantes realizan el ejercicio.</li> <li>• La profesora monitorea a los equipos para ofrecer ayuda y comprobar la participación del estudiante en el trabajo.</li> <li>• Los estudiantes toman nota de algunos datos del ejercicio y revisan el tema en el libro de Biología que traen a clase.</li> </ul> <p><b>CIERRE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los estudiantes intentan responder el cuestionario integrado en la práctica.</li> <li>• Los alumnos resuelven la hoja didáctica titulada "Actividad de una enzima"</li> </ul> <p>• Por último resuelven el Cuestionario de opinión sobre la estrategia didáctica</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarrón, gis y borrador.</li> </ul> <p>Copias de la hoja didáctica titulada PRACTICA DE LABORATORIO (Ver anexo 8, apéndice A)</p> <p>PEDIR AL LABORATORISTA PREPARE EL MATERIAL PARA LA SESIÓN SIGUIENTE :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* 1 vaso de precipitado de 500 ml. Por equipo</li> <li>* 1 probeta de 500 ml por equipo.</li> <li>* 1 balanza por equipo.</li> <li>* 1 espátula</li> <li>* 1 parrilla por equipo.</li> <li>* 1 agitador de vidrio por equipo.</li> <li>**1 palangana</li> <li>**2 latas de piña en almíbar para todo el grupo.</li> <li>**1 piña mediana para todo el grupo.</li> <li>**1 sobre de gelatina sabor piña. Por equipo.</li> <li>**4 moldes de plástico para gelatina de unos 50 ml. Por equipo.</li> <li>**1 franela por equipo.</li> <li>** 1 jabón para manos</li> </ul> <p>NOTA: Los casos que tienen dos asteriscos son materiales que el alumno deberá traer de casa.</p> <p>Copias de la hoja didáctica. Titulada "Actividad de una enzima". (Ver anexo 8, apéndice A)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Copias del CUESTIONARIO DE OPINIÓN DE LOS ESTUDIANTES SOBRE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA (Anexo 4, apéndice B).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación del estudiante que será registrada en la lista de control de actividades.</li> <li>• Cumplir con el material de trabajo.</li> <li>• Traer bata y credencial.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrega del reporte de laboratorio por equipos en tiempo y forma, con las observaciones según la actividad.</li> </ul>	<p>El estudiante deberá traer a clase un texto de biología que le auxilie durante el estudio del tema.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♣ Se evalúa a la profesora con la lista de cotejo de la actuación docente (Ver instrumento en el anexo 3, apéndice B).</li> </ul>

**PLANEACIÓN DIDÁCTICA**  
**BIOLOGÍA III, QUINTO SEMESTRE**  
**Sesión: 7°**

**Unidad:** ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

**Propósito:** al finalizar la unidad, el estudiante comprenderá qué es el metabolismo, a través del estudio de diferentes rutas, para que reconozca su importancia en la diversidad biológica.

TEMA	SUB-TEMA	Aprendizajes
TEMA I METABOLISMO	<ul style="list-style-type: none"> <li>RUTAS METABÓLICAS</li> <li>RESPIRACIÓN CELULAR</li> </ul>	<p>El estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Conocerá e identificará los tipos de rutas metabólicas.</li> <li>Conocerá las características de una ruta metabólica y los tipos.</li> <li>Identificará a la glucólisis como una ruta metabólica de tipo ramificada.</li> <li>Identificará en el proceso de la respiración celular una ruta lineal, ramificada y cíclica.</li> <li>Conocerá de manera general el proceso de la respiración celular así como su importancia en los seres vivos.</li> <li>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.</li> </ul>

Actividad didáctica	Material a utilizar	Evaluaciones	Observaciones
<p><b>INICIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La profesora da a conocer de la sesión: el tema, el objetivo y las actividades a desarrollar así como la forma de evaluar la sesión.</li> <li>Se resuelven las dudas de la sesión anterior.</li> <li>Los estudiantes resuelven la hoja didáctica titulada "Rutas metabólicas" (actividad para detectar conocimientos previos).</li> </ul> <p><b>DESARROLLO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Los estudiantes resuelven la hoja didáctica "La respiración celular y el intercambio gaseoso"</li> <li>Discusión de la actividad anterior.</li> <li>Los estudiantes resuelven por equipos de tres personas la actividad "Rompecabezas de las reacciones que conforman a la glucólisis" y "Arma el esquema de la glucólisis"</li> <li>La profesora expone el tema de la glucólisis.</li> <li>La profesora pide a los estudiantes corrijan la actividad de rompecabezas de reacciones de la glucólisis y que armen el proceso de nuevamente.</li> </ul> <p><b>CIERRE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Al finalizar los estudiantes corrigen las respuestas de la hoja didáctica "RUTAS METABÓLICAS", el rompecabezas y el armado de las reacciones de la glucólisis.</li> <li>Y se discute un mapa conceptual de integración de conceptos presentado por la profesora.</li> <li>Los estudiantes resuelven cuestionario de opinión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Copias de la hoja didáctica. titulada "Rutas metabólicas" (Véase anexo 9, apéndice A)</li> <li>Copias de la actividad "La respiración celular y el intercambio gaseoso" (Véase anexo 9, apéndice A)</li> <li>Copias de la actividad "Rompecabezas de las reacciones que conforman a la glucólisis"</li> <li>Los estudiantes resuelven la hoja didáctica "Arma el esquema de la glucólisis" del anexo 9, apéndice A</li> <li>Presentación PPT (Véase anexo 9, apéndice A).</li> <li>Proyector de acetatos o cañón y computadora.</li> <li>Copias del CUESTIONARIO DE OPINIÓN DE LOS ESTUDIANTES SOBRE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA (Anexo 4, apéndice B).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrega de la actividad resuelta</li> <li>Participación de los estudiantes durante la exposición de la profesora, que será registrada en el formato de evaluación de actividades.</li> </ul>	<p>El estudiante deberá acudir a la clase con un libro de texto para que le auxilie en el estudio del tema correspondiente a esta sesión.</p> <p>♣ Se evalúa a la profesora con la lista de cotejo de la actuación docente (Ver instrumento en el anexo 3, apéndice B).</p>

**PLANEACIÓN DIDÁCTIC  
BIOLOGÍA III, QUINTO SEMESTRE  
Sesión: 8°**

**Unidad:** ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

**Propósito:** al finalizar la unidad, el estudiante comprenderá qué es el metabolismo, a través del estudio de diferentes rutas, para que reconozca su importancia en la diversidad biológica.

TEMA	SUB-TEMA	Aprendizaje
TEMA I METABOLISMO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GLUCÓLISIS</li> <li>• CICLO DE KREBS</li> </ul>	<p>El estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocerá el proceso del Ciclo de Krebs.</li> <li>• Describirá el proceso del ciclo de Krebs con la ayuda de esquemas.</li> <li>• 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.</li> </ul>

Actividad didáctica	Material a utilizar	Evaluaciones	Observaciones
<p><b>INICIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La profesora da a conocer de la sesión: el tema, el objetivo y las actividades a desarrollar así como la forma de evaluar la sesión.</li> <li>• Se resuelven las dudas de la sesión anterior.</li> <li>• Los estudiantes resuelven la hoja didáctica titulada "Ejercicio previo del tema ciclo de Krebs" y el cuestionario que en él se incluye. Discusión de la actividad.</li> </ul> <p><b>DESARROLLO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición de la profesora sobre el tema de Ciclo de Krebs.</li> </ul> <p><b>CIERRE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los estudiantes realizan un resumen o un mapa conceptual sobre el tema de Ciclo de Krebs.</li> <li>• Los estudiantes resuelven la hoja didáctica "Ejercicio 2 de evaluación del tema ciclo de Krebs" Con base en ella, los alumnos identificarán las sustancias que dan inicio al ciclo, las sustancias que salen del ciclo, las moléculas que entran y las que se forman con diversos colores.</li> <li>• Por último resuelven el Cuestionario de opinión sobre la estrategia didáctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarrón gis y borrador.</li> </ul> <p>Copias de la hoja didáctica titulada "Ejercicio previo del tema ciclo de Krebs" (Ver anexo 10, apéndice A)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación con PPT sobre el tema del ciclo de Krebs.</li> <li>• Proyector de acetatos o cañón y computadora.</li> <li>• Cuaderno de apuntes, tijeras, pegamento y copias de la actividad</li> <li>• Copias del CUESTIONARIO DE OPINIÓN DE LOS ESTUDIANTES SOBRE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA (Anexo 4, apéndice B).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación individual de los estudiantes registrada en la lista de evaluación</li> <li>• Entrega de la hoja didáctica resuelta y participación del estudiante en la actividad</li> <li>• Participación del estudiante durante la exposición de la profesora</li> <li>• Entrega del resumen o mapa conceptual del tema.</li> <li>• Entrega de la actividad "Ejercicio 2 de evaluación del tema ciclo de Krebs"</li> </ul>	<p>Con anticipación se le recomienda al estudiante acudir a clase con un libro de Biología donde incluya información sobre Rutas metabólicas.</p> <p>♣ Se evalúa a la profesora con la lista de cotejo de la actuación docente (Ver instrumento en el anexo 3, apéndice B).</p>

**PLANEACIÓN DIDÁCTICA**  
**BIOLOGÍA III, QUINTO SEMESTRE**  
**Sesión: 9°**

**Unidad:** ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

**Propósito:** al finalizar la unidad, el estudiante comprenderá qué es el metabolismo, a través del estudio de diferentes rutas, para que reconozca su importancia en la diversidad biológica.

TEMA	SUB-TEMA	Aprendizaje
TEMA I METABOLISMO	CICLO DE KREBS Y QUIMIÓSMOSIS	<p>El estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Describirá el proceso del ciclo de Krebs con la ayuda de esquemas.</li> <li>• Conoce el proceso de la Quimiósmosis.</li> <li>• 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.</li> </ul>

Actividad didáctica	Material a utilizar	Evaluaciones	Observaciones
<p><b>INICIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La profesora da a conocer de la sesión: el tema, el objetivo y las actividades a desarrollar así como la forma de evaluar la sesión.</li> <li>• Se resuelven las dudas de la sesión anterior.</li> <li>• Se proporciona a los estudiantes la lectura titulada “Quimiósmosis en la mitocondria.</li> <li>• Elaboran un cuadro sinóptico del tema (se sugiere esta actividad para reforzar la comprensión de la lectura)</li> </ul> <p><b>DESARROLLO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición por parte de la profesora. Se expone el tema de Quimiósmosis con una presentación PPT.</li> </ul> <p><b>CIERRE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los estudiantes resuelven la actividad</li> <li>• “Resumen de la respiración celular” (Ver anexo 11, apéndice A)</li> <li>• Responder el cuestionario de opinión sobre la estrategia didáctica (Ver formato en el anexo 4, apéndice B)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pizarrón gis y borrador</li> <li>• Copias de la lectura “la quimiósmosis” (Ver anexo 11, apéndice A)</li> <li>• Cuaderno de apuntes.</li> <li>• Colores</li> <li>• Cuaderno de apuntes.</li> <li>• Presentación del tema, cañón y computadora</li> <li>• Copias de la actividad “Resumen de la respiración celular”</li> <li>• Copias del CUESTIONARIO DE OPINIÓN DE LOS ESTUDIANTES SOBRE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA (Anexo 4, apéndice B).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación individual de los estudiantes registrada en la lista de evaluación</li> <li>• Participación de los estudiantes durante la presentación que se registrará en el formato de evaluación formativa,</li> <li>• Entrega de la actividad “Resumen de la respiración celular”</li> </ul>	<p>Con anticipación se le recomienda al estudiante acudir a clase con un libro de Biología donde incluya información sobre Rutas metabólicas.</p> <p>Tarea a casa</p> <p>Traer información a clase sobre los organismos quimioautótrofos, fotoautótrofos y heterótrofos</p> <p>♣ Se evalúa a la profesora con la lista de cotejo de la actuación docente (Ver instrumento en el anexo 3, apéndice B).</p>

**PLANEACIÓN DIDÁCTICA**  
**BIOLOGÍA III, QUINTO SEMESTRE**  
**Sesión 10**

**Unidad:** ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

**Propósito:** al finalizar la unidad, el estudiante comprenderá qué es el metabolismo, a través del estudio de diferentes rutas, para que reconozca su importancia en la diversidad biológica.

TEMA	SUB-TEMA	Aprendizaje
TEMA II  DIVERSIDAD DE LOS SISTEMAS VIVOS Y METABOLISMO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer e identificar las características de los organismos Quimiótrofos, Autótrofos y Heterótrofos</li> </ul>	<p>El estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Conocerá e identificará algunas características importantes de los organismos Quimiótrofos, Fotoautótrofos y Heterótrofos.</li> <li>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</li> </ul>

Actividad didáctica	Material a utilizar	Evaluaciones	Observaciones
<p><b>INICIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La profesora da a conocer de la sesión: el tema, el objetivo y las actividades a desarrollar así como la forma de evaluar la sesión.</li> <li>Se resuelven las dudas de la sesión anterior.</li> </ul> <p>Con el trabajo de investigación que se les pidió a los estudiantes la clase anterior resolverán la primera parte de la siguiente actividad “<b>¿QUÉ ENTIENDES POR LOS SIGUIENTES CONCEPTOS?</b>”</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Quimiautótrofo</li> <li>Fotoautótrofo</li> <li>Heterótrofo</li> </ol> <p><b>DESARROLLO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Los estudiantes leen por equipo y con atención el texto titulado: <b>RALLY DIVERSIDAD METABÓLICA</b></li> <li><b>QUIMIOAUTÓTROFOS, FOTOAUTÓTROFOS Y HETERÓTROFOS.</b></li> <li>Después de la lectura se les entrega un sobre y se dan las instrucciones para participar en un rally sobre el tema leído.</li> <li>Se comenta la actividad y se resuelve la segunda parte del ejercicio “<b>¿QUÉ ENTIENDES POR LOS SIGUIENTES CONCEPTOS?</b>” Quimioautótrofo, Fotoautótrofos, Heterótrofo.</li> <li>Con la información del tema se resuelve la actividad titulada “<b>Elabora un mapa conceptual del tema</b>”</li> </ul> <p><b>CIERRE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Participación de los estudiantes en una actividad de Rally sobre el tema de <b>METABOLISMO</b></li> <li>Por último resuelven el Cuestionario de opinión sobre la estrategia didáctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pizarrón gis, borrador.</li> <li>Copias de la hoja didáctica “<b>¿QUÉ ENTIENDES POR LOS SIGUIENTES CONCEPTOS?</b>” <ol style="list-style-type: none"> <li>Quimiautótrofo</li> <li>Fotoautótrofo</li> <li>Heterótrofo</li> </ol>                     (Ver anexo 12, apéndice A)                 </li> <li>Cuaderno de apuntes, gis, pizarrón etc.</li> <li>Copias de la HOJA DIDÁCTICA, <b>RALLY DIVERSIDAD METABÓLICA QUIMIOAUTÓTROFOS, FOTOAUTÓTROFOS Y HETERÓTROFOS</b> (del anexo 12, apéndice A) Sobre de preguntas y conectores.</li> <li>Copias para cada equipo del <b>RALLY SOBRE EL TEMA DE METABOLISMO</b> (Ver anexo 12, apéndice A)</li> <li>Copias del <b>CUESTIONARIO DE OPINIÓN DE LOS ESTUDIANTES SOBRE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA</b> (Ver anexo 4, apéndice B)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumplimiento de la tarea de investigación y participación significativa de cada estudiante para el trabajo en equipo reflejado en el producto que se va entregar.</li> <li>Entrega del cuadro de definiciones de los organismos.</li> <li>Participación individual y por equipo en el <b>Rally DIVERSIDAD METABÓLICA QUIMIOAUTÓTROFOS, FOTOAUTÓTROFOS Y HETERÓTROFOS</b></li> <li>Participación individual y por equipo del trabajo.</li> <li>Entrega de la actividad “<b>¿QUÉ ENTIENDES POR LOS SIGUIENTES CONCEPTOS?</b>”</li> <li>Participación individual y por equipo en el Rally de metabolismo.</li> </ul>	<p>El estudiante deberá traer a clase un texto de biología que le auxilie durante el estudio del tema.</p> <p>Será indispensable que cada estudiante cumpla con su tarea de investigación.</p> <p>Tarea traer información relacionada con el tema de la fotosíntesis.</p> <p>✦ Se evalúa a la profesora con la lista de cotejo de la actuación docente (Ver instrumento en el anexo 3, apéndice B).</p>

**PLANEACIÓN DIDÁCTICA**  
**BIOLOGÍA III, QUINTO SEMESTRE**  
**Sesión: 11° y 12**

**Unidad:** ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

**Propósito:** al finalizar la unidad, el estudiante comprenderá qué es el metabolismo, a través del estudio de diferentes rutas, para que reconozca su importancia en la diversidad biológica.

TEMA	SUB-TEMA	Aprendizaje
TEMA II  DIVERSIDAD DE LOS SISTEMAS VIVOS Y METABOLISMO	Fotosíntesis: Fase oscura y Fase luminosa	El estudiante: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocerá el proceso de la fotosíntesis: su fase luminosa y oscura y sus respectivas características.</li> <li>• 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.</li> </ul>

Actividad didáctica	Material a utilizar	Evaluaciones	Observaciones
<p><b>INICIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La profesora da a conocer de la sesión: el tema, el objetivo y las actividades a desarrollar así como la forma de evaluar la sesión.</li> <li>• Se resuelven las dudas de la sesión anterior.</li> <li>• La profesora da una breve explicación de cómo se construyen los mapas mentales.</li> <li>• Con base en la explicación anterior se pide a los estudiantes elaboren por equipo en un pliego de papel bond un mapa mental que responda a la pregunta ¿Cómo se lleva a cabo el proceso de la fotosíntesis?</li> </ul> <p><b>DESARROLLO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los estudiantes interpretaran por equipo una serie de esquemas presentados por la profesora, donde se abordan los conceptos de: espectro luminoso, cloroplasto, tilacoides, pigmentos, glucosa, oxígeno, dióxido de carbono.</li> <li>• Discusión grupal de la actividad anterior.</li> <li>• Exposición de la profesora del tema fotosíntesis fase luminosa y fase oscura</li> </ul> <p><b>CIERRE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición de los estudiantes utilizando el material de los esquemas.(Ver anexo 13, apéndice A)</li> <li>• Diseñar un juego didáctico de los temas vistos hasta el momento por equipos.</li> <li>• Por último resuelven el Cuestionario de opinión sobre la estrategia didáctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gis pizarrón y borrador</li> <li>• Papel Bond</li> <li>• Marcadores</li> <li>• Cinta adhesiva</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Copia del esquema "ELABORA UN MAPA MENTAL SOBRE LA FOTOSÍNTESIS" (Ver anexo 13, apéndice A)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Esquemas realizados por la profesora (Ver anexo 13, apéndice A)</li> <li>• Carteles</li> <li>• Marcadores de colores</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Copias del CUESTIONARIO DE OPINIÓN DE LOS ESTUDIANTES SOBRE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA (Ver anexo 4, apéndice B)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación de los estudiantes que se registrará en la lista de evaluación de actividades.</li> <li>• Entrega del mapa mental sobre fotosíntesis</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación de los estudiantes que se registrará en la lista de evaluación de actividades.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación por equipo el reto es ganar todos los puntos que se puedan.</li> <li>• Diseño de un juego didáctico entrega de avances. Deberá contener:</li> <li>• Título, tema, objetivo, material, instrucciones para jugar el juego.</li> </ul>	<p>El estudiante deberá traer a clase un texto de biología que le auxilie durante el estudio del tema.</p> <p>Tarea traer información relacionada con el tema de la fotosíntesis.</p> <p>♣ Se evalúa a la profesora con la lista de cotejo de la actuación docente (Ver instrumento en el anexo 3, apéndice B).</p>

**PLANEACIÓN DIDÁCTICA**  
**BIOLOGÍA III, QUINTO SEMESTRE**  
**Sesión: 13°**

**Unidad:** ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

**Propósito:** al finalizar la unidad, el estudiante comprenderá qué es el metabolismo, a través del estudio de diferentes rutas, para que reconozca su importancia en la diversidad biológica.

TEMA	SUB-TEMA	Aprendizaje
TEMA II  DIVERSIDAD DE LOS SISTEMAS VIVOS Y METABOLISMO	Catabolismo: fermentación y respiración celular Anabolismo: Fotosíntesis y síntesis de proteínas.	El estudiante Reafirmará sus conocimientos de los temas metabolismo, glucólisis, ciclo de Krebs, quimiósmosis, fotosíntesis, fase luminosa y ciclo de Calvin-Benson, a través de videos y de un disco multimedia.. • 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.

Actividad didáctica	Material a utilizar	Evaluaciones	Observaciones
<p><b>INICIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La profesora da a conocer de la sesión: el tema, el objetivo y las actividades a desarrollar así como la forma de evaluar la sesión.</li> <li>• Se resuelven las dudas de la sesión anterior.</li> </ul> <p><b>DESARROLLO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se proyecta a los estudiantes un video sobre la función de la membrana y también se proyecta un material interactivo que fue diseñado por el MADEMS Juan Carlos Pérez Vertti Rojas, para el tema de respiración celular y fotosíntesis.</li> <li>• Durante su proyección la profesora realiza una serie de preguntas para los estudiantes para reforzar el tema, aclarar dudas.</li> </ul> <p><b>CIERRE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los estudiantes resuelven las preguntas del disco interactivo. Los estudiantes realizan un resumen del tema en la hoja didáctica "ELABORACIÓN DE UN RESUMEN DEL TEMA" FOTOSÍNTESIS FASE LUMINOSA Y FASE OSCURA (Ver anexo 13, apéndice A)</li> <li>• Los estudiantes ponen en práctica un juego didáctico donde aborden conceptos como: metabolismo, catabolismo, anabolismo, rutas metabólicas, fotosíntesis, Leyes de la termodinámica, enzimas.</li> <li>• Por último resuelven el Cuestionario de opinión sobre la estrategia didáctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cañón, computadora, el disco interactivo y los videos en formato DVD.</li> <li>• Copias del CUESTIONARIO DE OPINIÓN DE LOS ESTUDIANTES SOBRE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA (Ver anexo 4, apéndice B)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación del estudiante</li> <li>• Participación individual</li> <li>• Entrega del resumen del tema.</li> <li>• Evaluación por equipos del juego didáctico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>♣ Se evalúa a la profesora con la lista de cotejo de la actuación docente (Ver instrumento en el anexo 3, apéndice B).</li> </ul>

**PLANEACIÓN DIDÁCTICA**  
**BIOLOGÍA III, QUINTO SEMESTRE**  
**Sesión: 14°**

**Unidad:** ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

**Propósito:** al finalizar la unidad, el estudiante comprenderá qué es el metabolismo, a través del estudio de diferentes rutas, para que reconozca su importancia en la diversidad biológica.

TEMA	SUB-TEMA	Aprendizaje
TEMA II  DIVERSIDAD DE LOS SISTEMAS VIVOS Y METABOLISMO	Las proteínas	El estudiante: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoce qué son las proteínas y describe algunas de sus funciones.</li> <li>• Utiliza una técnica sencilla para extraer el ADN de algunas células eucariotas: animales y vegetales para confirmar su estructura fibrilar.</li> <li>• 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.</li> </ul>

Actividad didáctica	Material a utilizar	Evaluaciones	Observaciones
<p><b>INICIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La profesora da a conocer de la sesión: el tema, el objetivo y las actividades a desarrollar así como la forma de evaluar la sesión.</li> <li>• Se resuelven las dudas de la sesión anterior.</li> </ul> <p>Los estudiantes resuelven el ejercicio titulado: "UNA PRÁCTICA DE CAMPO SIGNIFICATIVA"</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discusión grupal de la actividad</li> </ul> <p><b>DESARROLLO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los estudiantes leen con atención el ejercicio experimental y se aclaran dudas.</li> <li>• Realización del ejercicio experimental.</li> <li>• Discusión grupal de la actividad</li> </ul> <p>Práctica de laboratorio "Extracción de ADN de Células eucariotas vegetal y animal"</p> <p><b>CIERRE</b></p> <p>Resuelve la hoja didáctica titulada SÍNTESIS DE PROTEÍNAS"</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los alumnos deberán integrar en su reporte de práctica la siguiente información: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué son las proteínas?</li> <li>• ¿Cuántos tipos existen?</li> <li>• ¿Cuál es su función?</li> <li>• ¿En qué tipo de alimentos los encontramos?</li> <li>• ¿En qué parte de nuestro cuerpo se encuentran?</li> </ul> </li> <li>• Por último resuelven el Cuestionario de opinión sobre la estrategia didáctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Copias de la actividad : "UNA PRÁCTICA DE CAMPO SIGNIFICATIVA" (Ver anexo 14, apéndice A)</li> <li>• Copias de la práctica de laboratorio: "Extracción de ADN de Células eucariotas vegetal y animal" (Ver anexo 14, apéndice A).</li> <li>• Los estudiantes deberán traer el material de la práctica de laboratorio.</li> <li>• Copias del CUESTIONARIO DE OPINIÓN DE LOS ESTUDIANTES SOBRE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA (Ver anexo 4, apéndice B)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento del material para el trabajo</li> <li>• Participación individual y por equipo del trabajo en el laboratorio.</li> <li>• Entrega del reporte de la práctica por equipo.</li> </ul>	<p>Cada estudiante deberá traer a clase un texto de biología que le auxilie durante el estudio del tema.</p>

**PLANEACIÓN DIDÁCTICA**  
**BIOLOGÍA III, QUINTO SEMESTRE**  
**Sesión: 15°**

**Unidad:** ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

**Propósito:** al finalizar la unidad, el estudiante comprenderá qué es el metabolismo, a través del estudio de diferentes rutas, para que reconozca su importancia en la diversidad biológica.

TEMA	SUB-TEMA	Aprendizaje
TEMA II DIVERSIDAD DE LOS SISTEMAS VIVOS Y METABOLISMO	Procesos anabólicos (fotosíntesis) y catabólicos (respiración celular)	El estudiante: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Será evaluado con un ejercicio experimental donde aplicará los conocimientos estudiados en la unidad I de biología III.</li> <li>• 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.</li> </ul>

Actividad didáctica	Material a utilizar	Evaluaciones	Observaciones
<p><b>INICIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La profesora da a conocer de la sesión: el tema, el objetivo y las actividades a desarrollar así como la forma de evaluar la sesión.</li> <li>• Se resuelven las dudas de la sesión anterior.</li> <li>• Los estudiantes leen el ejercicio de la práctica.</li> <li>• Se aclaran dudas.</li> <li>• Los estudiantes solicitan material de laboratorio</li> </ul> <p><b>DESARROLLO</b></p> <p>Desarrollo de la práctica tipo examen</p> <p><b>CIERRE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discusión por equipo del ejercicio experimental.</li> <li>• Los estudiantes preparan su reporte de la práctica donde deberán incluir sus objetivos, hipótesis, justificación material, metodología, resultados y conclusiones.</li> <li>• Entrega del Trabajo escrito.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Copia de la práctica de laboratorio. (ver anexo 15, apéndice A)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación del estudiante</li> <li>• Que se lleve a cabo trabajo en equipo</li> <li>• Entrega del trabajo de práctica escrito de manera individual.</li> </ul>	<p>El estudiante deberá traer a clase un texto de biología que le auxilie durante el estudio del tema.</p>

**PLANEACIÓN DIDÁCTICA**  
**BIOLOGÍA III, QUINTO SEMESTRE**  
**Sesión: 16°**

**Unidad:** ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

**Propósito:** al finalizar la unidad, el estudiante comprenderá qué es el metabolismo, a través del estudio de diferentes rutas, para que reconozca su importancia en la diversidad biológica.

TEMA	SUB-TEMA	Aprendizaje
TEMA II DIVERSIDAD DE LOS SISTEMAS VIVOS Y METABOLISMO	Procesos anabólicos (fotosíntesis) y catabólicos (respiración celular)	El estudiante: Será evaluado con un ejercicio experimental donde aplicará los conocimientos estudiados en la unidad I de biología III. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>

Actividad didáctica	Material a utilizar	Evaluaciones	Observaciones
<p><b>INICIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La profesora da a conocer de la sesión: el tema, el objetivo y las actividades a desarrollar así como la forma de evaluar la sesión.</li> <li>• Se resuelven las dudas de la sesión anterior.</li> <li>• Los estudiantes presentan a manera de exposición las conclusiones del ejercicio experimental de la sesión anterior</li> </ul> <p><b>DESARROLLO</b></p> <p>Todos los alumnos emiten una evaluación del equipo.</p> <p><b>CIERRE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrega del Trabajo escrito.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cañón, computadora</li> <li>• Acetatos y proyector de acetatos</li> <li>• Cartulinas y marcadores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación individual y por equipo del trabajo</li> <li>• Entrega del trabajo escrito</li> </ul>	

**PLANEACIÓN DIDÁCTICA**  
**BIOLOGÍA III, QUINTO SEMESTRE**  
**Sesión: 17°**

**Unidad:** ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

**Propósito:** al finalizar la unidad, el estudiante comprenderá qué es el metabolismo, a través del estudio de diferentes rutas, para que reconozca su importancia en la diversidad biológica.

TEMA	Aprendizaje
Evaluación sumativa de la intervención pedagógica	Fase de investigación cuasi-experimental A, A través del instrumento cuestionario de conocimientos declarativos sobre metabolismo los estudiantes del grupo experimental serán evaluados en la unidad I, de biología III.

Actividad didáctica	Material a utilizar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se dará un tiempo suficiente para que el estudiante responda el cuestionario de conocimientos declarativos sobre metabolismo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Copias del instrumento que se encuentra en el anexo 2, apéndice B.</li> </ul>



## DINÁMICA DE INTEGRACIÓN II

**Objetivo:** Conocer los valores de los estudiantes ante la resolución del caso.

**Material:** Copias de la actividad para cada equipo.

**Instrucciones:**

1. De manera individual asigna un número del 1 al 4 según la importancia que tienen para ti de que sean seleccionados a ser salvados y da tus razones.
2. Posteriormente discute en equipo las respuestas y lleguen a un nuevo acuerdo para ver a ¿Quién salvarían y por qué?
3. Cada equipo deberá exponer su propuesta y sus razones.

**Caso:**

Estamos a pocas horas de que el planeta Tierra se destruya, por las constantes y grandes emisiones de contaminantes, se hizo todo lo posible por salvar al mundo pero el problema estaba muy avanzado y sin remedio. Así que ante la situación, una nave espacial llamada "Los sobrevivientes de la Tierra" saldrá al espacio en busca de una nueva oportunidad de vida, pero ahora en el planeta Marte y va a llevar consigo a cuatro personas, los candidatos son los siguientes:

- UN ARTÍSTA
- UN MÉDICO
- UN CIENTÍFICO
- UN MILLONARIO
- UN CURA
- UN POLÍTICO
- UNA MUJER EMBARAZADA

**CONCLUSIÓN INDIVIDUAL**

¿QUIÉN SE SALVA?	¿POR QUÉ?
1.-	
2.-	
3.-	
4.-	

**CONCLUSIÓN EN EQUIPO**

¿QUIÉN SE SALVA?	¿POR QUÉ?
1.-	
2.-	
3.-	
4.-	

**ANEXO 4**  
**APÉNDICE A**

MATERIAL DIDÁCTICO UTILIZADO EN LA INTERVENCIÓN PEDAGÓGICA  
SESIÓN 2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
UNIDAD I ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**  
Colegio de Ciencias y Humanidades  
Naucalpan



Biología III

**GLOSARIO**  
**PARA EL TEMA DE**  
**METABOLISMO**

Alumno:

GRUPO:

FECHA

AEROBIO

ANABOLISMO

ANAEROBIO

CATABOLISMO

CICLO DE CALVIN-BENSON

CICLO DE KREBS

DIVERSIDAD BIOLÓGICA

ENZIMAS:

EUCARIONTES:

FERMENTACIÓN

FOTOAUTÓTROFO

FOTÓLISIS

FOTOSÍNTESIS

FOTOSISTEMA

HETERÓTROFO

METABOLISMO

METABOLITOS

PROCARIOTAS

QUIMIOAUTÓTROFO

QUIMIOLITÓTROFO

RESPIRACIÓN CELULAR

SÍNTESIS DE PROTEÍNAS

## ¿CÓMO SE EXPLICA LA DIVERSIDAD DE LOS SISTEMAS VIVOS A TRAVÉS DEL METABOLISMO?

Por: MADEMS Biol. Juan Carlos Pérez Vertti Rojas

Las células procariotas son generalmente más pequeñas y más simples que las eucariotas, pero al margen de todas sus diferencias son los mismos mecanismos moleculares los que gobiernan sus vidas, lo que indica que todos los tipos de células hoy en día descienden de un ancestro primordial único. ¿Cómo evolucionaron la complejidad y la diversidad que exhiben las células actuales?

Hace 3 800 millones de años, cuando comenzó la vida en la Tierra, las células podían vivir y crecer con las pocas sustancias químicas presentes en el medio sin realizar complejas rutas metabólicas. El uso controlado de la energía metabólica era (y es) necesario para realizar todas las actividades celulares. Sin embargo, con la cada vez más intensa competencia por los recursos naturales, aquellos organismos que desarrollaran enzimas capaces de producir sustancias orgánicas más eficientemente tendrían una fuerte ventaja selectiva.

Los primeros organismos debieron de ser muy sencillos, unicelulares y procariotas. Con base en la hipótesis del «caldo primitivo», se puede postular que eran **heterótrofos fermentadores**, es decir, obtenían la materia orgánica del medio y mediante procesos anaeróbicos conseguían la energía necesaria para su crecimiento y reproducción. La fermentación, por tanto, posibilitaba la vida de estas células en una atmósfera reductora como la de entonces.

Sin embargo, los organismos fermentadores tenían limitada su existencia a los lugares donde hubiera materia orgánica, por lo que grandes zonas estaban inhabitadas, las cuales fueron aprovechadas por nuevos seres capaces de utilizar moléculas simples y la luz para sintetizar ATP. **La fotosíntesis** que realizaban no era capaz de romper la molécula del agua y utilizarla como dadora de electrones y, por tanto, no desprendían oxígeno. La molécula dadora de electrones era el  $H_2S$ . El ATP y el poder reductor obtenido permitieron reducir por primera vez materia inorgánica ( $CO_2$ ,  $NO_3$ , etc.) para sintetizar materia orgánica. Las bacterias verdes y rojas del azufre, que utilizan el  $H_2S$  como dador de electrones, son los dos grupos de estos organismos primitivos que han subsistido hasta la actualidad.

La existencia de depósitos de sulfuros atribuibles al metabolismo bacteriano, hace unos tres mil millones de años, ha hecho pensar que algunos grupos de bacterias fotosintetizadoras volvieron al sombrío sedimento. De esta forma, los pigmentos fotosintéticos, inútiles en la oscuridad, evolucionaron para dar lugar a compuestos que utilizaban el ión sulfato como aceptor final de una primitiva cadena transportadora de electrones, transformándolos en un compuesto reducido  $H_2S$ . Este proceso **quimioautótrofo** permitía oxidar la materia orgánica y obtener gran cantidad de energía en forma anaeróbica.

Hace unos 2.500 millones de años aparecieron las cianobacterias, que gracias a la incorporación del fotosistema II, acoplado al fotosistema I, permitió realizar la fotólisis del agua y obtener el hidrógeno necesario para reducir  $CO_2$  a materia orgánica. Este proceso promovió la liberación de grandes cantidades de oxígeno al ambiente.

La atmósfera con oxígeno transformó la vida de muchos organismos. El oxígeno capta electrones formando radicales libres que destruyen moléculas orgánicas y que, por tanto, son tóxicos para los organismos. Esto provocó que muchos organismos murieran y otros se refugiaran en zonas con ausencia de

Oxígeno. Pero otros seres desarrollaron metabolismos con sistemas enzimáticos (como la catalasa y la peroxidasa) capaces de destruir los primeros compuestos formados por el oxígeno.

El uso del oxígeno como aceptor final de los electrones procedentes de la materia orgánica fue un gran avance. La **respiración aeróbica** perfeccionó la

primitiva cadena de citocromos de la respiración anaeróbica. Este cambio supuso una colonización del medio terrestre, ya que se dejaron de utilizar los iones propios de la respiración anaeróbica, presentes en el agua, para poder realizar la respiración aerobia gracias a la utilización del oxígeno atmosférico.

Paralelamente aparecieron los organismos **quimiolitótrofos**, capaces de obtener energía mediante la oxidación de materia inorgánica. Estos organismos para vivir, sólo necesitan aire, agua, sales minerales y compuestos inorgánicos reducidos. Presentan el máximo avance metabólico en los procariontes y son fundamentales, ya que cierran los ciclos biogeoquímicos del carbono, del azufre y del nitrógeno. Un ejemplo son las cianobacterias, captan CO<sub>2</sub> mediante el ciclo de Calvin y no realizan el ciclo de Krebs.

Hace 1500 millones de años aparecieron las primeras células eucariotas, que eran similares a ciertas algas unicelulares actuales y surgieron a partir de las células procariontes. Lo más probable es que muchas células procariontes vivieran en simbiosis con otras células procariontes, de donde surgió la célula **quimioheterótrofa** animal. Estos organismos simbiotes dieron lugar a los distintos orgánulos celulares. Así, las mitocondrias debieron de ser bacterias aeróbicas y los cloroplastos se originaron a partir de cianobacterias. La célula huésped asumió la función nuclear y aumentó su superficie membranosa

Originando una red endomembranosa. La aparición de los cloroplastos, a partir de las cianobacterias, produjo un único organismo con dos metabolismos en

parte complementarios. Con la pluricelularidad este organismo perdió la capacidad de ingerir materia orgánica, se especializó sólo en la fotosíntesis, apareciendo la célula eucariota **fotoautótrofa** de los vegetales.

## Referencias

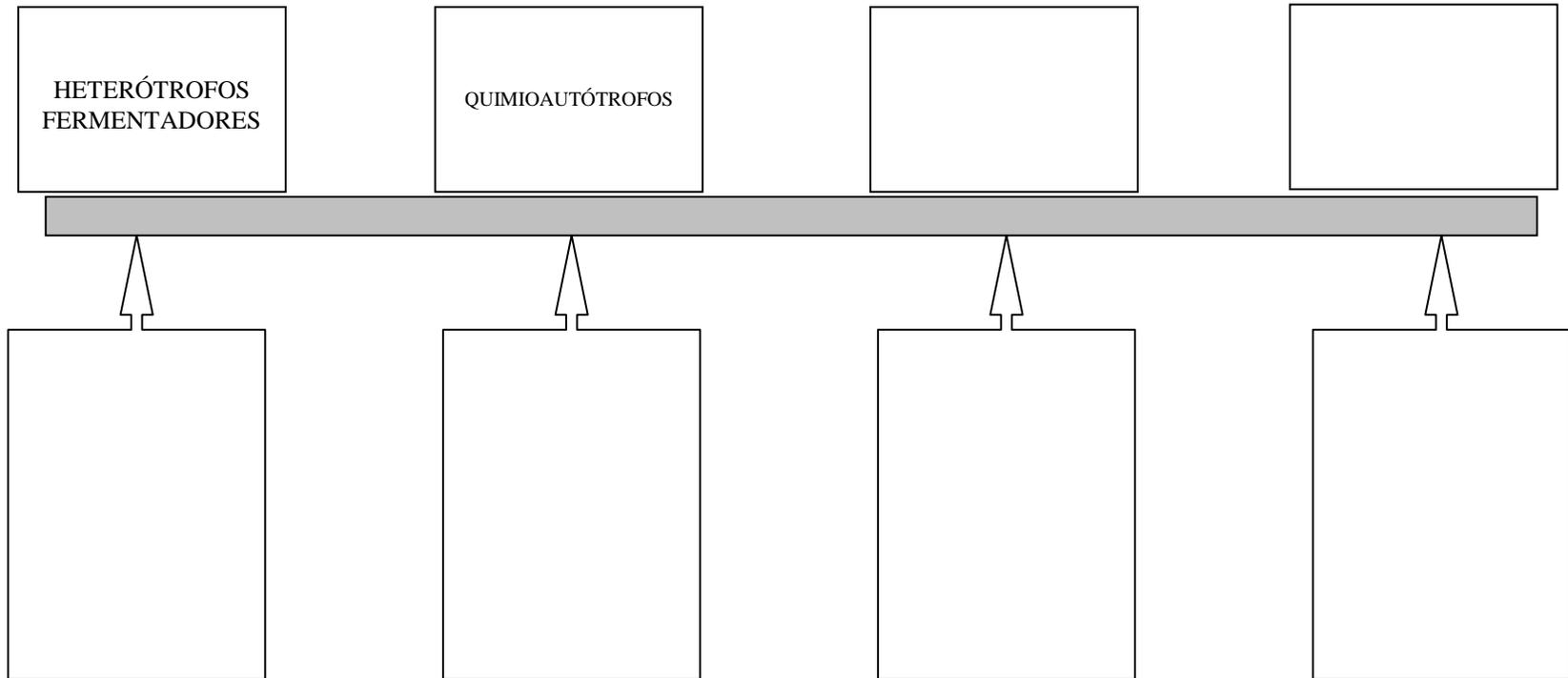
Gersenowies Rodríguez, Jorge Ricardo, (2006), **Los orígenes de la vida y de las células. Una hipótesis de las transiciones evolutivas desde la geoquímica abiótica a los procariontes quimioautótrofos, y de los procariontes a las células nucleadas**, México, FES Iztacala. UNAM. En Prensa.

- Davies, Paul, (2004), **El quinto milagro**, España, Editorial Planeta De Agostini, p. 247

## CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DEL TIEMPO

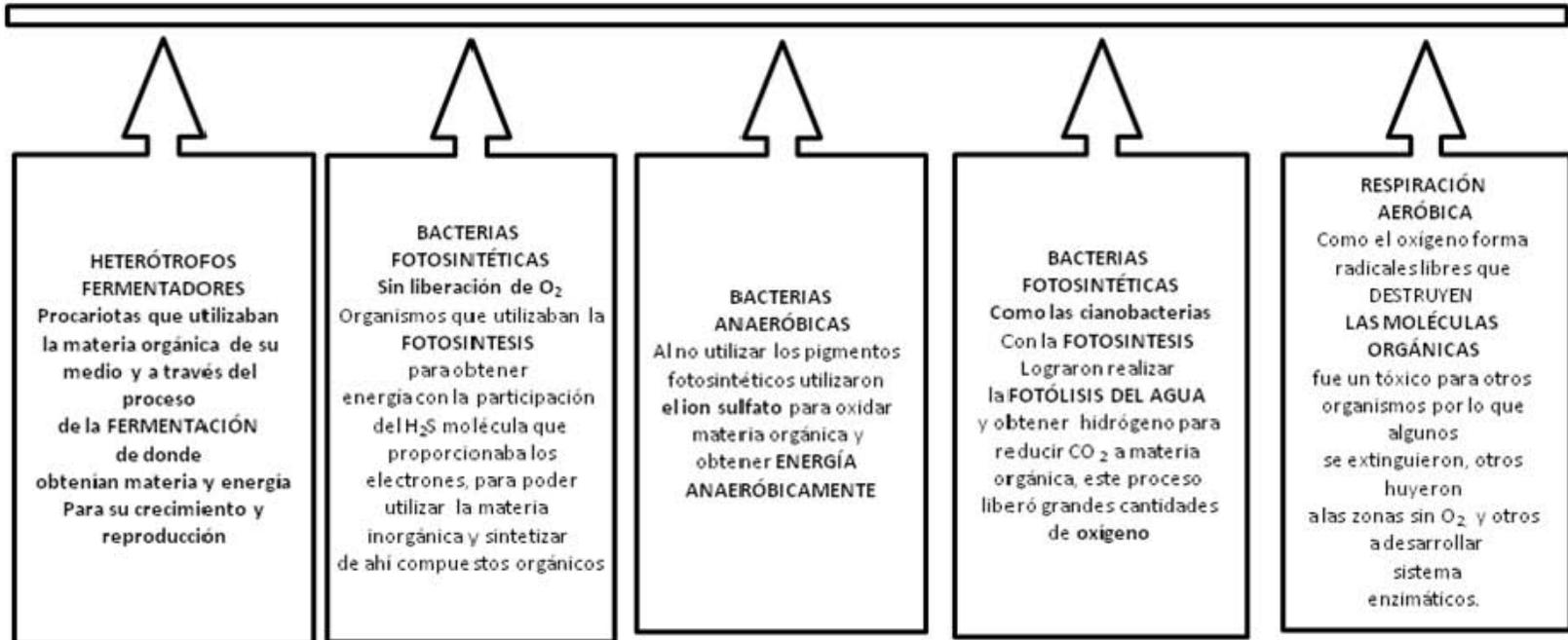
Alumnos: \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

INSTRUCCIONES: Con base en la lectura **¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo? Elabora una línea del tiempo en donde el objetivo es DESCRIBIR ¿CÓMO FUERON EVOLUCIONANDO LOS ORGANISMOS TOMANDO EN CONSIDERACIÓN SUS REQUERIMIENTOS ENERGÉTICOS Y SU AMBIENTE?** Esta actividad se realizará en equipos de cuatro personas. Pueden utilizar el esquema o diseñar uno nuevo e incluso hacer más grande el esquema.



LÍNEA DEL TIEMPO

3800  
m.a.





**ANEXO 5**  
**APÉNDICE A**

MATERIAL DIDÁCTICO UTILIZADO EN LA INTERVENCIÓN PEDAGÓGICA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES SESIÓN 3  
Biología III, Unidad I ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

**¿QUÉ SABES SOBRE EL CONCEPTO DE METABOLISMO AL INICIO DE LA CLASE Y AL FINAL DE LA MISMA?**

Alumnos: \_\_\_\_\_

Grupo \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Concepto	Lo que se del tema	Lo que entendí del tema	Lo que concluyo del tema
<b>M E T A B O L I S M O</b>			



## Lípidos

Se clasifican en tres grupos principales:

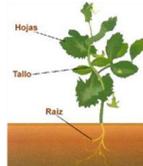
- 1.- Aceites, grasas y ceras contienen C, H y O.
- 2.- Fosfolípidos, estructuralmente similares a los aceites, aunque también contienen fósforo y nitrógeno.
- 3.- La familia de los esteroides.



## Lípidos

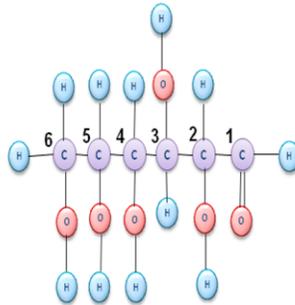
Los lípidos tienen diversas funciones:

- ❖ Algunos lípidos son moléculas almacenadoras de energía
- ❖ Otras forman cubiertas impermeables en cuerpos de plantas y animales.
- ❖ Otras son hormonas

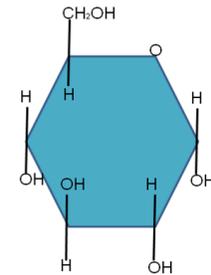
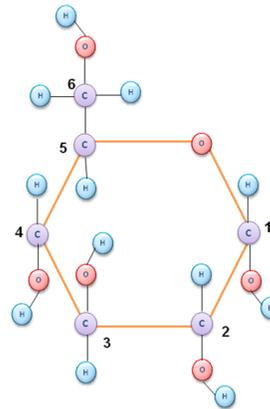


## Carbohidratos

- Son moléculas formadas por C, H, y O, en proporción aproximada de 1:2:1.
- Todos los carbohidratos son azúcares pequeños, solubles en agua (glucosa y fructosa) o bien cadenas como el almidón y celulosa
- Si un carbohidrato se compone de un azúcar se describe como monosacárido, si se enlazan dos se tiene un disacárido y un polisacárido cuando son muchos.



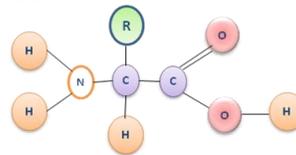
## Molécula cíclica de la glucosa



Los carbohidratos como los azúcares y almidones son una fuente de energía para casi todos los organismos. La glucosa es especialmente importante en las células, ya que proporciona la principal fuente de energía celular.

## Proteínas

- Son moléculas compuestas de una o más cadenas de aminoácidos.
- Son polímeros de aminoácidos. Su estructura fundamental se compone de un carbono central unido a cuatro grupos funcionales distintos: un grupo amino (-NH<sub>2</sub>), un grupo carboxilo o ácido carboxílico (-COOH); un Hidrógeno; y un grupo variable (representado por la letra R)
- Entre sus funciones están: transporte, reserva, contráctiles y móviles, dan soporte, defensa.
- Se destaca a las ENZIMAS como proteínas que dirigen casi todas las reacciones químicas que se llevan a cabo dentro de las células.



**“CONSTRUYE DEL TEMA UN MAPA CONCEPTUAL”**

INSTRUCCIONES: con los conceptos que se trabajaron hasta el momento en clase elabora un mapa conceptual, recuerda que para ello necesitas:

1. Identificar los conceptos del tema.
2. Elabora un borrador donde se organicen los conceptos considerando de lo más general a lo particular. (El concepto general deberá ocupar una posición arriba mientras que uno secundario abajo, ello, permitirá dar un orden jerárquico al mapa.
3. Cada concepto deberá estar encerrado en un óvalo, círculo o rectángulo.
4. Los conceptos deberán estar unidos a otros conceptos mediante palabras breves denominadas palabras clave.
5. Al finalizar, procura interpretarlo para que repases el tema y procedas a pasarlo en limpio.

**Alumnos:** \_\_\_\_\_

Grupo: \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_



**ANEXO 6**  
**APÉNDICE A**

MATERIAL DIDÁCTICO UTILIZADO EN LA INTERVENCIÓN PEDAGÓGICA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES SESIÓN 4  
Biología III, Unidad I ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

**LA ENERGÍA**  
**¿QUÉ TANTO SABES SOBRE EL TEMA DE ENERGÍA?**

Alumnos: \_\_\_\_\_  
Grupo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

*Instrucciones: Actividad en parejas Escribe en cada cuadro lo que se te pide.*

<i>CONCEPTO</i>	<i>DEFINE CON TUS PROPIAS PALABRAS</i>	<i>DA UN EJEMPLO DEL CONCEPTO</i>
<i>ENERGÍA</i>		
<i>ENERGÍA CINÉTICA</i>		
<i>ENERGÍA POTENCIAL</i>		
<i>1° LEY DE LA TERMODINÁMICA</i>		
<i>2° LEY DE LA TERMODINÁMICA</i>		
<i>REACCIÓN QUÍMICA</i>		
<i>REACCIÓN ENDERGÓNICA</i>		
<i>REACCIÓN EXERGÓNICA</i>		
<i>REACCIÓN ACOPLADA</i>		
<i>PORTADORES DE ENERGÍA</i>		
<i>ATP</i>		

**“CUESTIONARIO PARA EL EJERCICIO EXPERIMENTAL DEMOSTRATIVO”**

Alumnos: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

***Instrucciones: Con base en el ejercicio experimental responde las siguientes preguntas.***

***Actividad en parejas***

1. ¿Qué fenómeno sufrió el azúcar y por qué?
2. ¿En la reacción cuáles son los reactivos y cuáles son los productos?
3. ¿Qué hizo posible la reacción?
4. ¿Qué se obtuvo al final de la reacción?
5. ¿A qué tipo de sustancias pertenece el azúcar?
6. ¿Qué son las biomoléculas?
7. ¿Qué relación tiene el fenómeno con los seres vivos?
8. ¿Por qué es importante la glucosa en los sistemas vivos?

**RESPUESTAS**

### ¿QUÉ ES LA ENERGÍA?

Se define como la *capacidad para efectuar trabajo*, por ejemplo, mover algún objeto, sintetizar moléculas, generar luz y calor.

Encontramos dos tipos de energía: cinética y potencial. En la **energía cinética o energía de movimiento** se encuentran casos como el movimiento de fotones (en la luz), movimiento de moléculas (en el calor), el movimiento de partículas con carga eléctrica (en la electricidad) y el movimiento de objetos. Son ejemplos de la **energía potencial o energía almacenada**, la que se encuentra en los enlaces que mantienen unidos a los átomos que forman una molécula; la energía eléctrica almacenada en una batería y la pila de un MP3.

Para entender el flujo de energía se requiere conocer:

1. La cantidad de energía disponible
2. La utilidad de la energía

### Las leyes de la termodinámica

Son leyes que definen las propiedades y el comportamiento de la energía. Todos los sucesos del mundo físico se ajustan y están determinados por los dos principios fundamentales de la termodinámica, conocidos como primera y segunda ley. **La primera ley de la termodinámica**, enunciada por Robert Mayer (1841), es el principio de la conservación de la energía: **la energía no puede ser creada ni destruida**, es decir, en cualquier proceso físico o químico la energía total del sistema más el medio debe permanecer constante.

**Segunda ley de la termodinámica**, nos proporciona un criterio para predecir el sentido de cualquier proceso físico o químico. En primer lugar reconoce un estado o condición de la materia y de la energía llamado **entropía** que puede definirse como dispersión o desorden. (Es la pérdida del orden y energía de alto nivel a un aumento en el desorden y la energía de bajo nivel).

Por ejemplo: la energía mecánica aplicada a un generador eléctrico no se convierte completamente en energía eléctrica debido a la pérdida de energía por rozamiento.

Dicha energía se disipa en forma de calor en el medio, en el cual se dispersa. De este modo deja de ser aprovechable para realizar trabajo. Toda la materia y la energía del universo experimenta una constante dispersión, por lo que se dice que cuando la energía se convierte de una forma a otra, disminuye la cantidad de energía útil (la energía es útil cuando alcanza para producir un trabajo específico), es decir, la energía se convierte de formas más útiles a formas menos útiles. La segunda ley nos dice que ningún proceso, ni siquiera los que se efectúan en los seres vivos, son 100% eficientes. También nos habla acerca de la organización de la materia. Las regiones de energía concentrada suelen ser regiones muy ordenadas, pero en consecuencia desordenan lo que hay a su alrededor.

Algunos organismos en la Tierra pueden con la aportación continua de energía solar, sintetizar moléculas y mantener sus estructuras ordenadas.

### ¿Cómo fluye la energía en las reacciones químicas?

Una **reacción química** es un proceso que forma y rompe enlaces químicos que mantienen unidos a los átomos. Una ecuación química consta de **reactivos** y **productos**.

Una reacción química puede ser **exergónica** o **endergónica**. En las reacciones exergónicas (se libera energía) porque los reactivos contienen más energía que los productos. En las reacciones endergónicas (entra energía), requieren de un aporte de energía de una fuente externa, porque los productos contienen más energía que los reactivos.

Todas las reacciones químicas requieren de un aporte inicial de energía para ponerse en marcha. En las reacciones químicas, este aporte inicial de energía o "empujón" se denomina **energía de activación**.

La fuente más común de energía de activación es la energía cinética de movimiento. Por ejemplo: el calor inicial proporcionado por una flama que enciende el azúcar, permite que se ponga en marcha una reacción en este caso la combinación del azúcar con el oxígeno liberará suficiente calor para mantener la reacción.

En conclusión, las reacciones endergónicas requieren un aporte de energía. En muchas reacciones de los sistemas vivos dan como resultado productos que contienen **más energía** que los reactivos. El azúcar que se produce en los organismos fotosintéticos contiene más energía que el dióxido de carbono y el agua a partir de los cuales se formó. Las proteínas de una célula muscular contienen más energía que los aminoácidos que la sintetizaron. Se dice que las reacciones endergónicas son reacciones “**cuesta arriba**”: de baja energía a alta energía.

Las **reacciones acopladas** involucran reacciones endergónicas y exergónicas.

En una **reacción acoplada**, una reacción exergónica proporciona la energía necesaria para que se efectúe una reacción endergónica.

Las reacciones endergónicas no pueden llevarse a cabo si no se ha realizado ya en otra parte del cuerpo una reacción exergónica que proporcione la energía necesaria.

No debe perderse de vista que algo de energía se pierde como calor cada vez que se transforma, la energía proporcionada por las reacciones exergónicas por lo tanto, su aporte debe exceder a la necesaria para impulsar las reacciones endergónicas.

Las partes exergónicas y endergónicas de las reacciones acopladas a menudo se efectúan en diferentes lugares, por lo que se necesita una forma de transferir la energía de la reacción exergónica que libera energía a la reacción endergónica que la consume.

Las reacciones acopladas que se llevan a cabo dentro de las células, la energía se transfiere de un lugar a otro mediante moléculas portadoras de energía, como el ATP.

### **Los portadores de energía**

Funcionan como las baterías recargables: obtienen una carga de energía en una reacción exergónica, luego se desplazan a otro lugar de la célula y liberan la energía para inducir una reacción endergónica, pero como las moléculas portadoras de energía son inestables, se usan sólo para transferir energía temporalmente dentro de las células; no se usan para transferir energía de célula a célula, ni para almacenar energía a largo plazo. Por ejemplo: los músculos almacenan energía en forma de glucógeno, (molécula estable formada por cadenas de subunidades de glucosa).

Cuando se requiere energía, ciertas enzimas descomponen el glucógeno del cuerpo, primero a glucosa y luego a dióxido de carbono y agua. La energía que se obtiene se captura y se transfiere a las moléculas proteicas del músculo mediante moléculas portadoras de energía como el ATP, esto permite que se lleve a cabo el movimiento del músculo.

### **REFERENCIA**

Audesirk Teresa, Audesirk Gerald y Byers Bruce E. (2003). **Biología. La vida en la Tierra**, 6ª Edición, Editorial Prentice Hall, 99-144, 149-180

## CONSTRUYE UN MAPA CONCEPTUAL

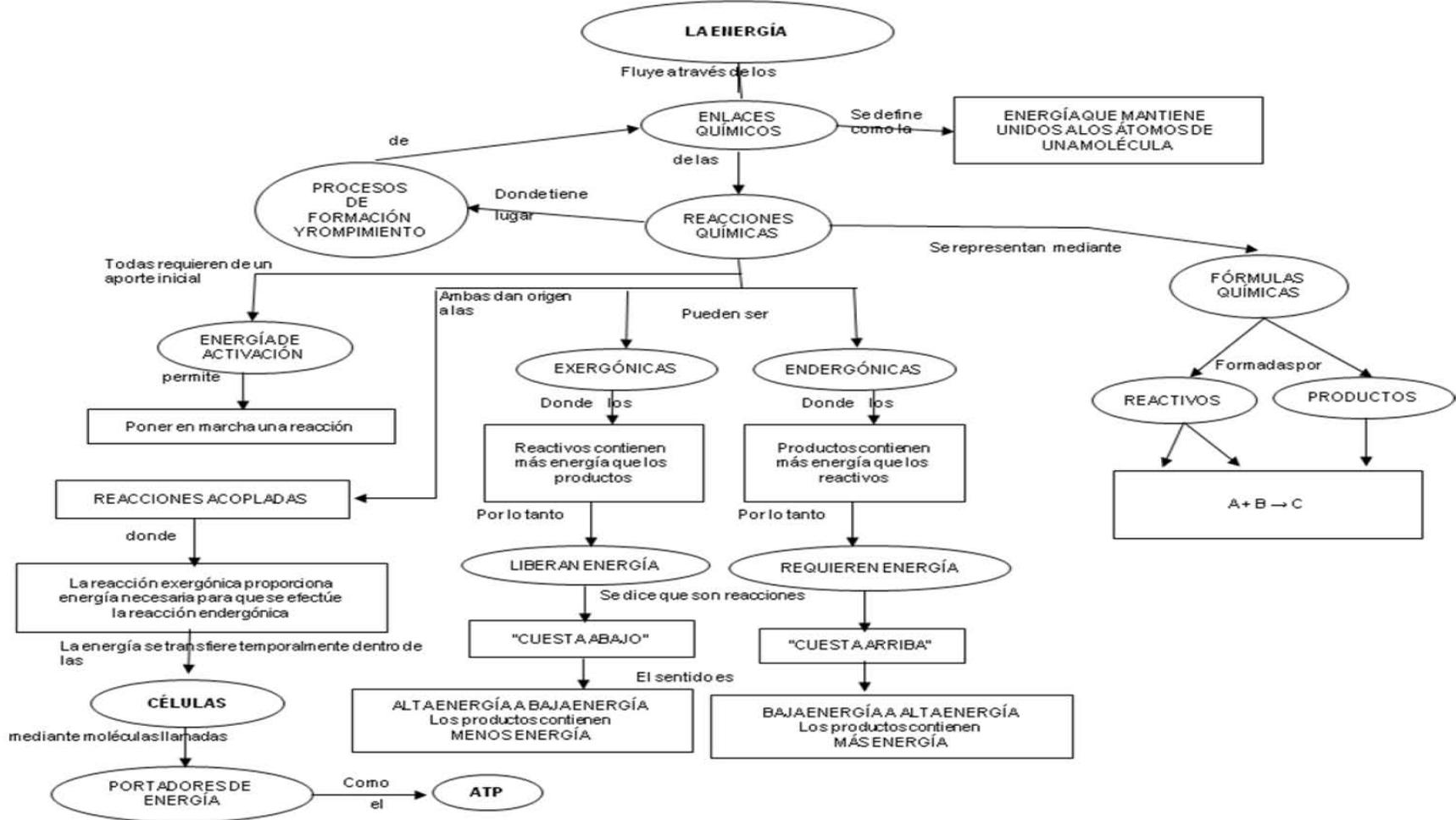
Alumnos: \_\_\_\_\_

Grupo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Indicaciones: Por parejas elaboren un mapa conceptual del tema energía. Para ello, lee con atención los conceptos que se encuentran en cada óvalo, selecciona el concepto central y a partir de él relaciona los demás conceptos utilizando palabras de enlace por ejemplo: es, para, el contiene etc. Recuerda retomar lo visto en clase.



## ESQUEMAS PARA EL CIERRE DEL TEMA





# PRESENTACIÓN POWER POINT SOBRE METABOLISMO

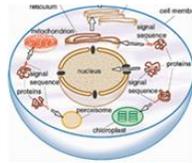
## Metabolismo 2º parte

Por: Cecilia Antolia Ortiz Antonio

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 Colegio de Ciencias y Humanidades  
 ESQUEMA SOBRE METABOLISMO

### METABOLISMO

Conjunto de **REACCIONES QUÍMICAS** que se producen en el interior de las células.



Degradación de moléculas

### CATABOLISMO



Proceso donde las moléculas complejas son degradadas a moléculas más simples. Se trata de procesos destructivos que **GENERAN ENERGÍA**.

Ejemplos::

- Glucólisis
- Respiración celular
- Fermentación

Síntesis de moléculas

### ANABOLISMO



Obtener sustancias orgánicas complejas a partir de sustancias más simples, por lo que se requiere

### CONSUMO DE ENERGÍA

Ejemplos:

- Fotosíntesis
- Síntesis de proteínas

Conjunto de procesos químicos que se producen en la célula, que son catalizados por **ENZIMAS** y que permiten la obtención de **MATERIA Y ENERGÍA** para sustentar las diferentes **FUNCIONES VITALES**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 Colegio de Ciencias y Humanidades  
 ESQUEMA SOBRE ENERGÍA

### ENERGÍA

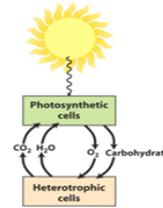


Capacidad de realizar un trabajo

Sistemas vivos. Obedece los principios de la **TERMODINÁMICA**

### PRIMERA LEY "LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA"

La energía no se crea ni se destruye sólo se transforma



### SEGUNDA LEY "LEY DE LA ENTROPÍA"

Cuando la energía se transforma de una forma a otra, disminuye la cantidad de energía útil



La energía se encuentra en los enlaces de las reacciones químicas, cuando éstos se rompen la liberan y la requieren cuando se forman

**E  
N  
E  
R  
G  
Í  
A**



•Que se obtiene del metabolismo va al interior de la célula, donde puede ser almacenada como ATP.  
ADP → ATP (guarda)  
ADP ← ATP (libera)



Ac. Nucleicos  
Lípidos  
Carbohidratos  
Proteínas (las enzimas)

•Para sintetizar macromoléculas a partir de monómeros

Las enzimas son proteínas que actúan catalizando los procesos biológicos que se dan en los seres vivos

•Las enzimas se recuperan intactas al final del proceso. Debido a esto se necesitan en pequeñas cantidades



La reacción no se produce pues hace falta una energía de activación para que transcurre espontáneamente

¿Qué es catalizar?  
•Acelerar las reacciones químicas  
•Disminuir la energía de activación necesaria



**E  
N  
Z  
I  
M  
A  
S**

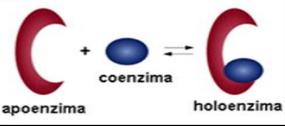


**NOMENCLATURA**

•Se añade al sustrato el sufijo -asa  
•Se considera la función de la reacción catalizada  
•Ej: La ureasa, cataliza la hidrólisis de la urea; la amilasa, la hidrólisis del almidón; la lipasa, la hidrólisis de lípidos; la ADNasa, la hidrólisis del ADN; la ATPasa, la hidrólisis del ATP.

**CARACTERÍSTICAS**

•1º Son eficaces en pequeñas cantidades.  
2º.- No se alteran durante las reacciones químicas participantes  
4º Muestran especificidad, es extremadamente selectiva sobre un sustrato específico.  
•Una enzima completa se denomina HOLOENZIMA = APOENZIMA + COENZIMA



Colegio de Ciencias y Humanidades  
ESQUEMA SOBRE ENZIMAS

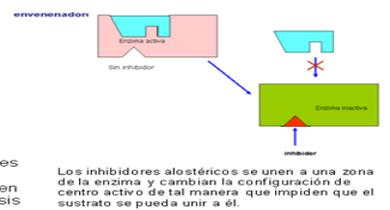
**E  
N  
Z  
I  
M  
A  
S**



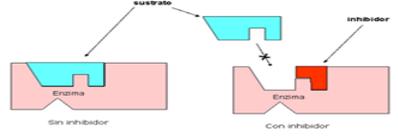
Los activadores se unen al centro regulador, cambian la configuración del centro activo.



Los envenenadores son sustancias que se unen al centro activo mediante enlaces fuertes en un proceso irreversible, con lo que impiden de manera definitiva la catálisis



Los inhibidores alostéricos se unen a una zona de la enzima y cambian la configuración de centro activo de tal manera que impiden que el sustrato se pueda unir a él.



Los inhibidores competitivos son sustancias, muchas veces similares químicamente a los sustratos que se unen al centro activo impidiendo con ello que se una el sustrato.

COENZIMAS son sustancias necesarias en el proceso de catálisis enzimática. No son proteínas.

Colegio de Ciencias y Humanidades  
**ESQUEMA SOBRE ENZIMAS**

ENZIMAS

Los activadores se unen al centro regulador, cambian la configuración del centro activo.

Los envenenadores son sustancias que se unen al centro activo mediante enlaces fuertes en un proceso irreversible, con lo que impiden de manera definitiva la catálisis

**Inhibición competitiva**

Los inhibidores alostéricos se unen a una zona de la enzima y cambian la configuración de centro activo de tal manera que impiden que el sustrato se pueda unir a él.

Los inhibidores competitivos son sustancias, muchas veces similares químicamente a los sustratos que se unen al centro activo impidiendo con ello que se unan al sustrato.

COENZIMAS son sustancias necesarias en el proceso de catálisis enzimática. No son proteínas.

**TRANSFIEREN ELECTRONES**  
(iones hidruro o átomos de H)

**OXIDORREDUCTASAS**  
DESHIDROGENASAS, OXIDASAS, PEROXIDASAS, REDUCTASAS, NONOXIGENASAS, DIOXIGENASAS

○ = Equivalente reductor

**TRANSFIEREN GRUPOS FUNCIONALES**

**TRANSFERASAS**  
C1- TRANSFERASAS, GLICOSILTRANSFERASAS, AMINOTRANSFERASAS, FOSFOTRANSFERASAS

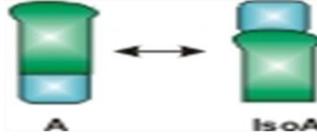
**ROMPEN ENLACES TIPO ESTER, INTRODUCIENDO UNA MOLÉCULA DE AGUA**

**HIDROLASAS**  
ESTERASAS, GLICOSIDASAS, PEPTIDASAS, AMILASAS

**Adición de grupos a dobles enlaces  
formación de dobles enlaces por eliminación de grupos.**

**LIASAS (SINTASAS)**  
C-C LIASAS, C-O LIASAS, C-N LIASAS, C-S LIASAS

Transferencia de grupos dentro de moléculas dando formas isoméricas.



ISOMERASAS  
EPIMERASAS, TRANSFERASAS

•formación de enlaces: C-C, C-S, C-O y C-N, mediante reacciones de condensación con la intervención de ATP



LIGASAS (SINTETASAS)  
C-C LIGASAS, C-O LIGASAS, C-N LIGASAS, C-S LIGASAS.

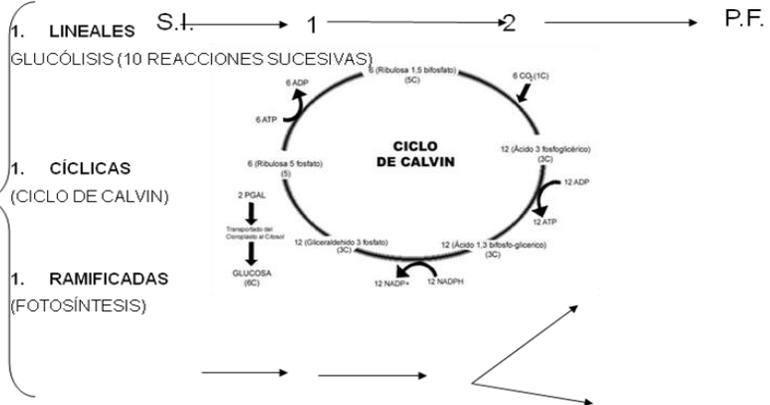
SUSTRATO DE INICIO → intermediario 1 → intermediario 2 → PRODUCTO FINAL

METABOLISMO

**FUNCIONES**

- Obtener energía química a partir de la captura de energía luminosa o degradando nutrientes ricos en energía obtenidos del ambiente
- Polimerizar precursores monoméricos
- Sintetizar y degradar moléculas
- Abarca cientos de reacciones diferentes catalizadas por ENZIMAS y ordenadas en

**RUTAS METABÓLICAS**



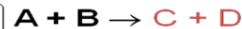
RUTAS

Se da por una serie de reacciones químicas catalizadas enzimáticamente

REACCIÓN QUÍMICA

Transformación de los reactivos en sustancias diferentes molecularmente que al inicio.

Compuesta por



METABÓLICAS

En cada uno de los pasos consecutivos se realiza un pequeño cambio químico específico como:

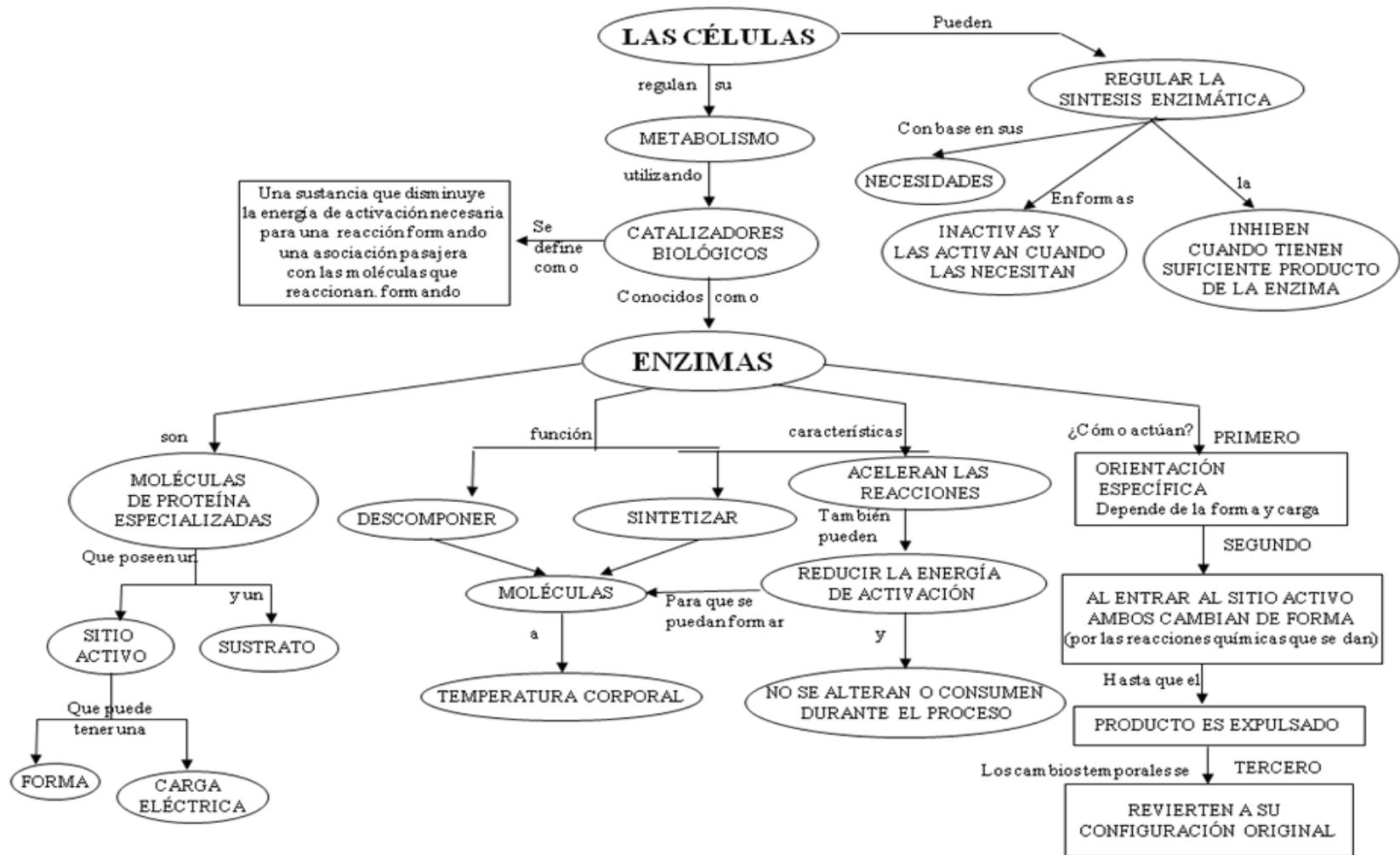
- ELIMINACIÓN
- TRANSFERENCIA
- ADICIÓN

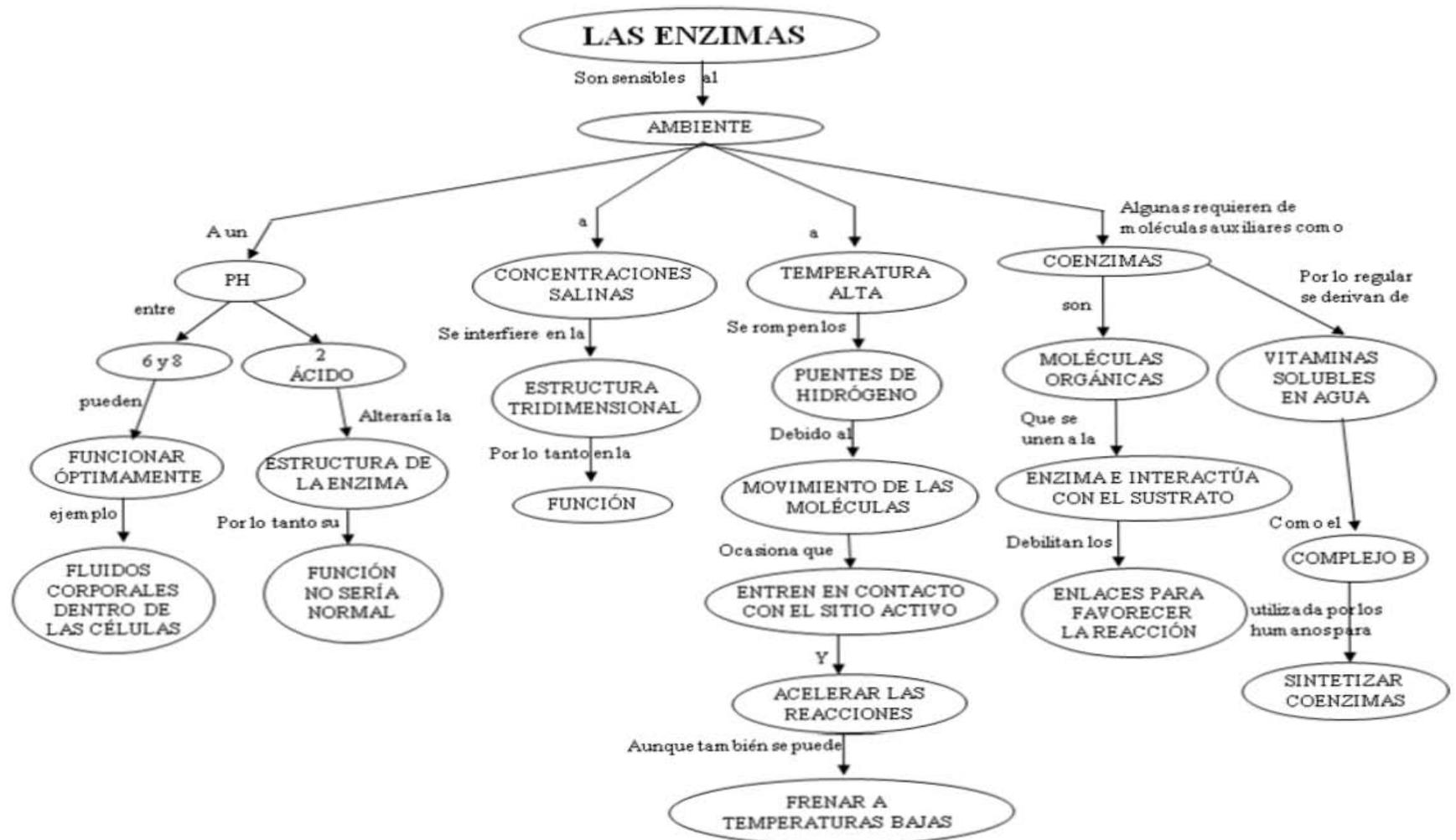
- ÁTOMO
- GRUPO FUNCIONAL
- MOLÉCULA

DE LA SECUENCIA DE PASOS (RUTA)

UN PRECURSOR SE CONVIERTE EN PRODUCTO A TRAVÉS DE UNA SERIE DE INTERMEDIARIOS METABÓLICOS (METABOLITOS)

## ACTIVIDAD DE CIERRE





## ANEXO 8

### APÉNDICE A

MATERIAL DIDÁCTICO UTILIZADO EN LA INTERVENCIÓN PEDAGÓGICA  
SESIÓN 6

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
Biología III, Unidad I ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

#### PRÁCTICA DE LABORATORIO

##### ENZIMAS EN LA PIÑA

¿Te gustan la gelatina y la piña?

En tu vida diaria, los fenómenos biológicos están presentes, por ejemplo en la cocina. Muchas veces habrás comido gelatina sin reflexionar en cómo se produce ésta, o qué tiene que ver con tu curso de biología. Para encontrar la relación entre la biología y la gelatina realiza el siguiente experimento.

##### INVESTIGA PREVIAMENTE

¿De qué está compuesta la gredina con que fabrican la gelatina y cuál es su origen, es decir, de dónde la obtienen? También busca ¿Qué es el agar? ¿Qué enzimas contiene la piña?

#### INTRODUCCIÓN

##### LAS ENZIMAS

En cualquier sistema vivo el intercambio de energía ocurre a través de miles de reacciones químicas diferentes, muchas de las cuales se producen simultáneamente. La suma de todas estas reacciones se

conoce como metabolismo (del griego *metabole*, que significa "cambio").

Las reacciones químicas en las células están mediadas por catalizadores, sustancias que modifican la velocidad de una reacción sin que se consuman durante ella. Los catalizadores biológicos pertenecen a una variedad de proteínas llamadas enzimas.

Las enzimas son grandes moléculas cuyo modo de plegamiento asegura que grupos particulares de aminoácidos formen un sitio activo. Las moléculas reactivas, conocidas como sustrato, se ajustan con precisión a este sitio activo. Aunque la conformación de una enzima puede cambiar temporalmente en el curso de una reacción, no se altera permanentemente. Cuando las enzimas pierden su estructura tridimensional característica, se dice que están desnaturalizadas.

Todas las reacciones químicas que tienen lugar en una célula involucran enzimas que desempeñan papeles muy específicos. Los bioquímicos agrupan estas reacciones en una serie ordenada de pasos, que comúnmente se llaman "vía". Una vía, puede tener una docena o más de pasos secuenciales o reacciones. Cada vía sirve a una función en la vida global de la célula o del organismo. Más aún,

ciertas vías tienen muchos pasos en común, por ejemplo, las que están vinculadas con la síntesis de los aminoácidos o de las distintas bases nitrogenadas. Algunas vías convergen; por ejemplo,

La vía por la cual se degradan las grasas para producir energía, también conduce a la vía por la cual se degrada la glucosa para producir energía.

Para reaccionar, las moléculas deben poseer suficiente energía, la energía de activación a fin de chocar con suficiente fuerza para superar su repulsión mutua y debilitar los enlaces químicos existentes. Las enzimas disminuyen la energía de activación incrementando enormemente la velocidad a la que se producen las reacciones químicas en las células y es lo que se conoce como catálisis.

Una reacción no catalizada requiere más energía de activación que una catalizada, como una reacción enzimática. La menor energía de activación en presencia del catalizador frecuentemente está dentro del intervalo de energía que poseen las moléculas, de tal modo que la reacción puede ocurrir rápidamente, sin adición o con poca adición de energía.

La velocidad de las reacciones enzimáticas también se ve influida por la temperatura y por el pH, que afectan la atracción entre los aminoácidos de la molécula proteica y también entre el sitio activo y el sustrato.

Muchas enzimas requieren de cofactores, que pueden ser iones simples, tales como  $Mg^{2+}$  o  $Ca^{2+}$ , o como moléculas orgánicas no

proteicas conocidas como coenzimas. Muchas coenzimas, como el NAD, funcionan como transportadores de electrones, y diferentes coenzimas mantienen a los electrones en niveles energéticos ligeramente distintos. Muchas vitaminas son parte de coenzimas.

En la interacción entre la enzima y el sustrato, el sitio activo de la enzima se ajusta a la superficie enfrentada de la molécula de sustrato de forma exacta.

La regulación enzimática es la forma en la que la célula lleva el control de sus reacciones metabólicas. Existen varias formas de regulación, por ejemplo, una forma es la interacción alostérica. La interacción alostérica ocurre cuando una molécula distinta del sustrato se combina con una enzima en un sitio diferente del sitio activo y, al hacer esto, altera la conformación del sitio activo tornándolo funcional o no funcional. La inhibición por retroalimentación ocurre cuando el producto de una reacción enzimática, ya sea al final o en una bifurcación de una vía determinada, actúa como efector alostérico, inhibiendo temporalmente la actividad de una enzima, en un paso anterior de la vía. De esta manera, el efector alostérico detiene temporalmente la serie de reacciones químicas.

Las enzimas también pueden estar reguladas por inhibición competitiva, en la cual una molécula, semejante al sustrato normal, compite por el sitio activo. La inhibición competitiva puede ser revertida aumentando las concentraciones de sustrato. Los inhibidores no competitivos se unen en otro sitio de la molécula, alterando la estructura terciaria, de modo que la enzima ya no puede

funcionar. La inhibición no competitiva habitualmente es reversible, pero no por el incremento en la concentración de sustrato. Los inhibidores irreversibles se unen permanentemente al sitio activo o desorganizan irreparablemente la estructura terciaria de la enzima.

### **Material**

1 vaso de precipitado de 500 ml. Por equipo

1 probeta de 500 ml por equipo.

1 balanza por equipo.

1 espátula

1 parrilla por equipo.

1 agitador de vidrio por equipo.

1 palangana

2 latas de piña en almíbar para todo el grupo.

1 piña mediana para todo el grupo.

1 sobre de gelatina sabor piña. Por equipo.

4 moldes de plástico para gelatina de unos 50 ml. Por equipo.

1 franela por equipo.

### **Método**

Pesar la cantidad correspondiente de gelatina en polvo, para preparar 400 ml, de acuerdo a las instrucciones del producto que compraste (es posible que tengas que hacer ciertas conversiones). Calienta 400 ml de agua en el vaso de precipitados, hasta que

comience a hervir. Apaga el fuego y agrega inmediatamente el polvo que pesaste de gelatina. Muévelo constantemente hasta que deje de formar grumos y se disuelva por completo.

Pon la solución con todo y vaso sobre una palangana que contenga agua y enfría hasta llegar a la temperatura ambiente. Ahora vacía 25 ml de la solución en cada uno de los 4 moldes (aproximadamente la mitad del molde). En los 2 primeros coloca trozos de piña natural, mientras en los otros 2 trozos de piña en almíbar (tras haberla dejado escurrir bien).

Mete ambas en el refrigerador para que cuajen más rápido. Espera aproximadamente de 1 hora a hora y media, posteriormente saca los 4 recipientes con gelatina e introduce el agitador de vidrio en cada recipiente. Observa y anota las diferencias las diferencias que encuentres.

### **Resultados**

¿Qué fue lo que ocurrió?

¿Por qué crees que pasó?

Discute ambas preguntas y tus resultados con tus compañeros de equipo y entrega un reporte por escrito de la práctica

### **Bibliografía utilizada**

Gutiérrez Iglesias Carina. 2003. *De piña para la niña. Exploraciones; ciencia y tecnología para la familia*. Scientific American Latinoamérica. P. 1; 14 – 15

\*Esta actividad fue proporcionada por el MADEMS Juan Carlos Pérez Vertti Rojas, profesor del Colegio de Ciencias y Humanidades Naucalpan.

**ENZIMAS**  
**PUNTOS A DESARROLLAR PARA LA ENTREGA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

*Indicaciones: los puntos que debes contemplar en el reporte de investigación son los siguientes*

- Portada con los datos correspondientes (institución, materia, integrantes del equipo, título del trabajo, fecha)
- Específica el objetivo que deseaban encontrar o demostrar
- El material que empleaste con las cantidades y condiciones
- La metodología empleada
- Las observaciones de los cambios que observaste en el transcurso del fenómeno estudiado
- Análisis de los resultados y las conclusiones.
- ENTREGAR EL TRABAJO LA PRÓXIMA SESIÓN DE CLASE.

**TABLA DE DATOS**

<i>Estado inicial</i>	<i>Temperatura inicial</i>	<i>Estado final</i>	<i>Temperatura final</i>

*Responde lo siguiente*

¿De qué está compuesta la grenetina?, ¿Con qué fabrican la gelatina y cuál es su origen, es decir, de dónde la obtienen?

¿Qué es el agar?

¿Qué enzimas contiene la piña?

Discutan en equipo las siguientes preguntas y registren sus respuestas, apoyándolas con información de libros.

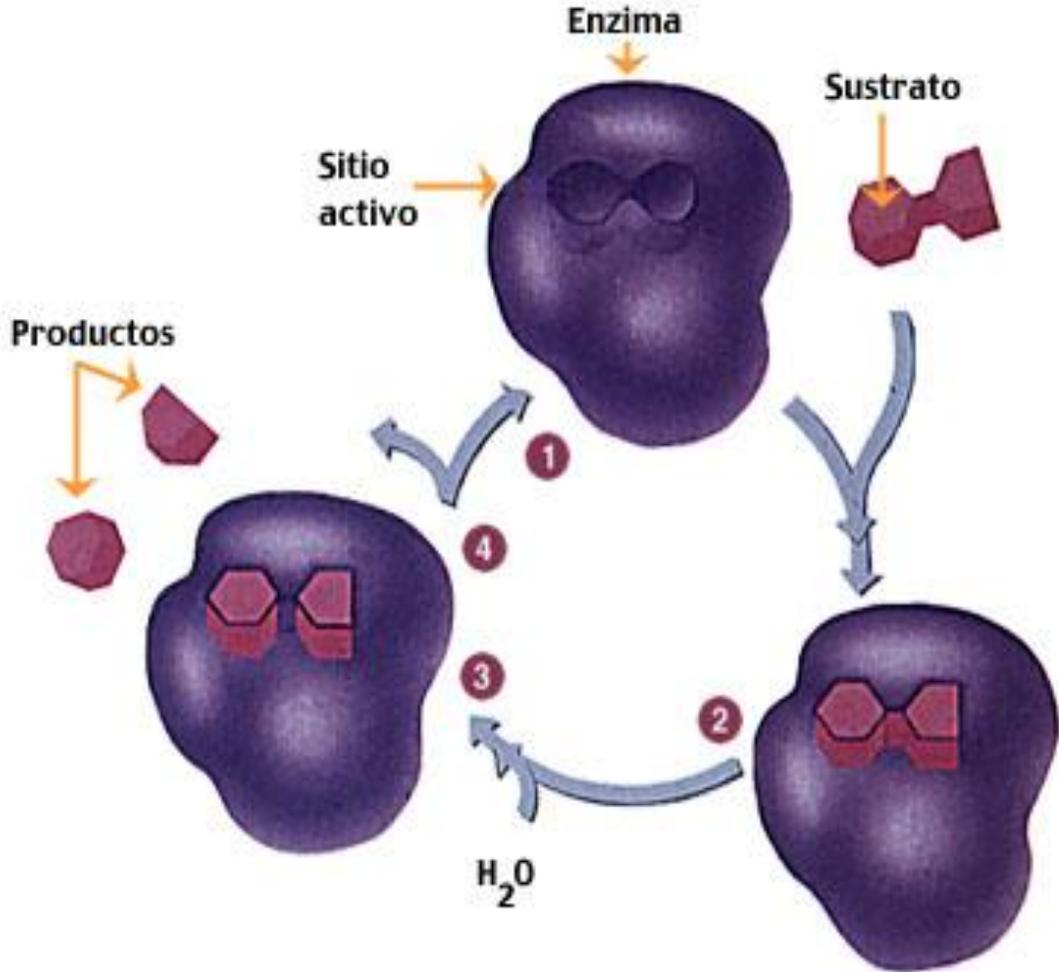
¿Qué fue lo que ocurrió?

¿Por qué crees que pasó?

**“ACTIVIDAD DE UNA ENZIMA”**

Instrucciones: Escribe en las líneas lo que entiendes al observar el esquema, aplica lo estudiado en clase sobre el tema de ENZIMAS

Alumno: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_ fecha: \_\_\_\_\_



---

---

---

---

---

---

---

---

**ANEXO 9**  
**APÉNDICE A**

MATERIAL DIDÁCTICO UTILIZADO EN LA INTERVENCIÓN PEDAGÓGICA  
SESIÓN 7

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
Biología III, Unidad I ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

---

**RUTAS METABÓLICAS**

Alumno: \_\_\_\_\_

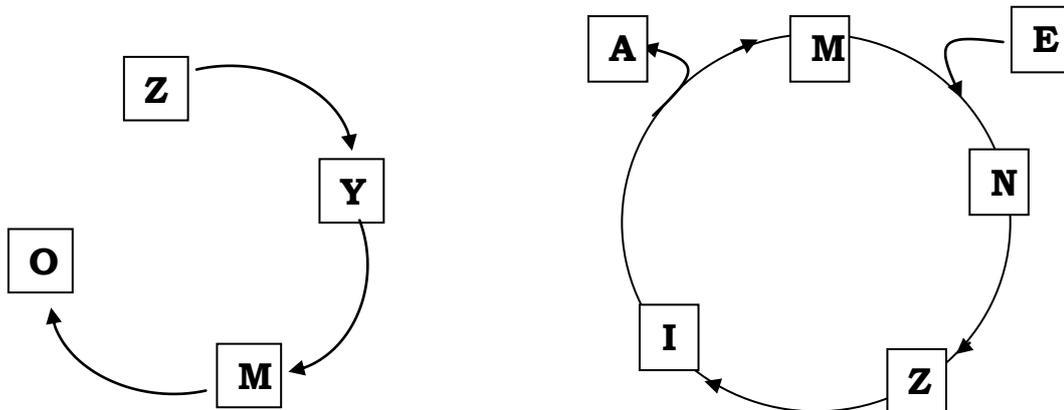
Grupo: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

*Instrucciones: Lee con atención y realiza lo que se pide*

*I. Las siguientes imágenes representan modelos de rutas metabólicas. Observa y complementa con la siguiente información:*

- A) Tipo de ruta metabólica (lineal, convergente, divergente o cíclica)
- B) Encierra en un círculo rojo donde consideres que existe la participación de una enzima
- C) Señala con un color azul el sustrato inicial
- D) Con un color amarillo la presencia de metabolitos
- E) Con un color verde el producto final



---

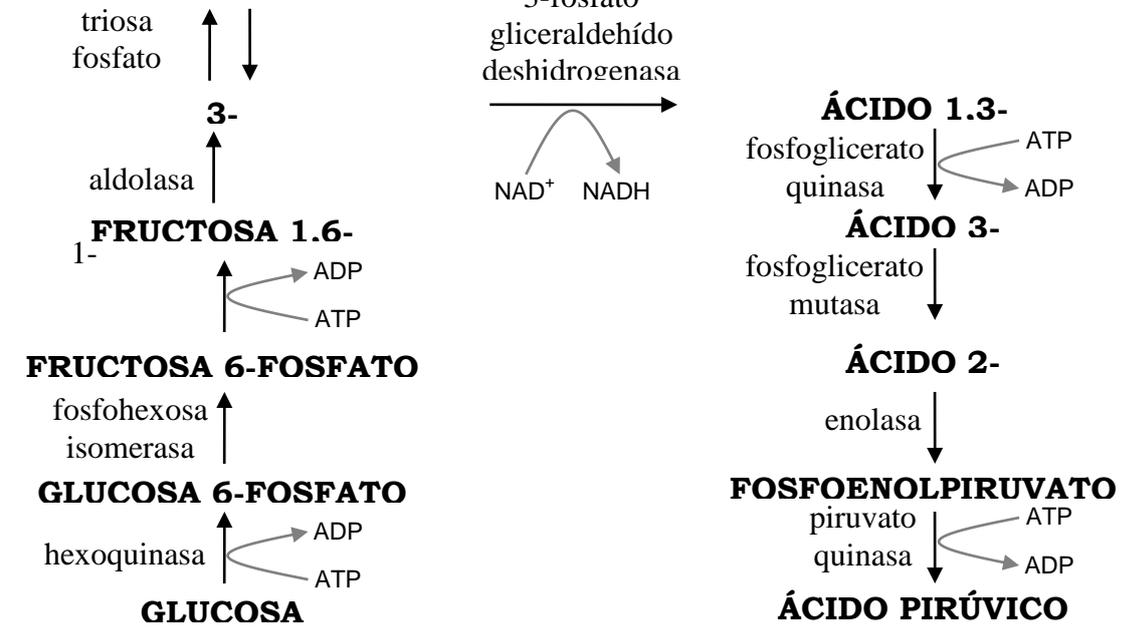
*II. A continuación se presenta la ruta metabólica que representa el proceso de glucólisis. Obsérvela y realicen lo que a continuación se indica.*

Colorea de:

- A) Rojo el sustrato inicial.
- B) Azul los metabolitos
- C) Verde el (los) producto(s) final(es).
- D) Amarillo las enzimas

# GLUCÓLISIS

## FOSFODIHIROXIACETO



1. ¿Cuántas reacciones integran esta ruta?

---

2. ¿Qué tipo de ruta es?

---



---

III. Escribe con tus propias palabras ¿Qué son las rutas metabólicas?

---



---



---

## “LA RESPIRACIÓN CELULAR Y EL INTERCAMBIO GASEOSO”

ALUMNO: \_\_\_\_\_

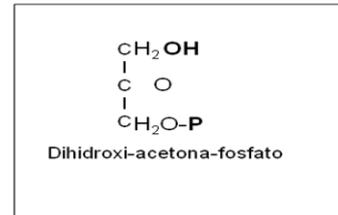
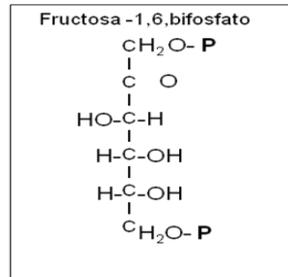
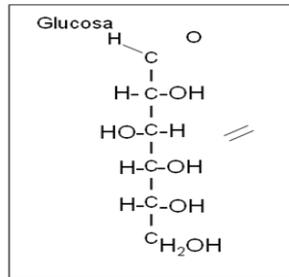
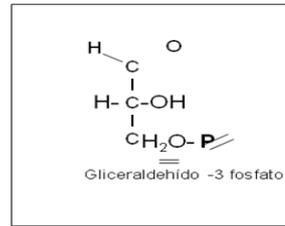
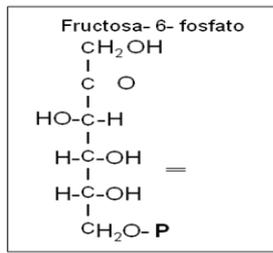
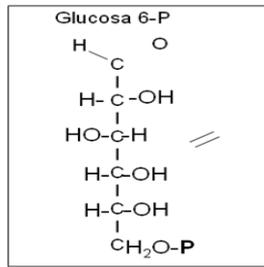
GRUPO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

Instrucciones: escribe las características de cada proceso, por ejemplo, dónde ocurren, que requieren, qué se obtiene.

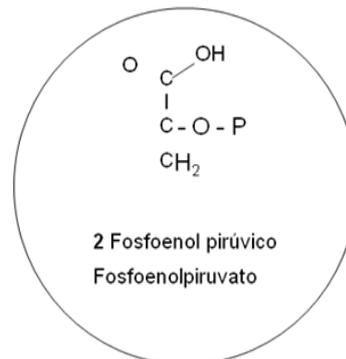
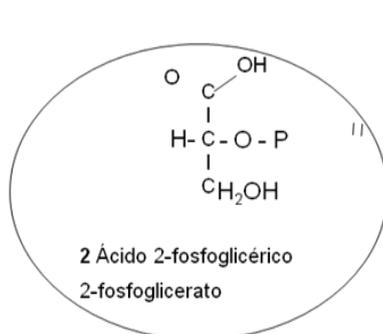
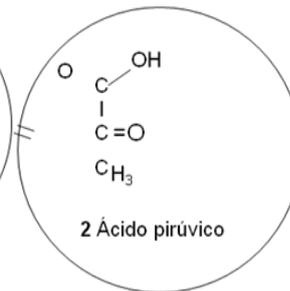
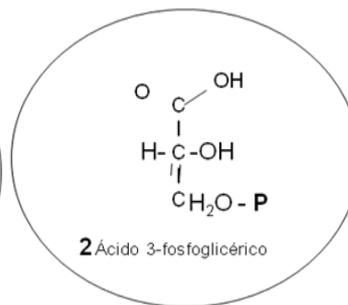
RESPIRACIÓN CELULAR	INTERCAMBIO GASEOSO
¿En qué consiste?	¿En qué consiste?
¿Dónde se lleva acabo?	¿Dónde se lleva acabo?
¿Qué se obtiene?	¿Qué se obtiene?

## ROMPECABEZAS DE LAS REACCIONES QUE CONFORMAN A LA GLUCÓLISIS

Instrucciones: Recorta y trata de armar la secuencia de las reacciones que conforman a la glucólisis, para ello lee los puntos del 1 al 8 de la página siguiente que te auxiliará.

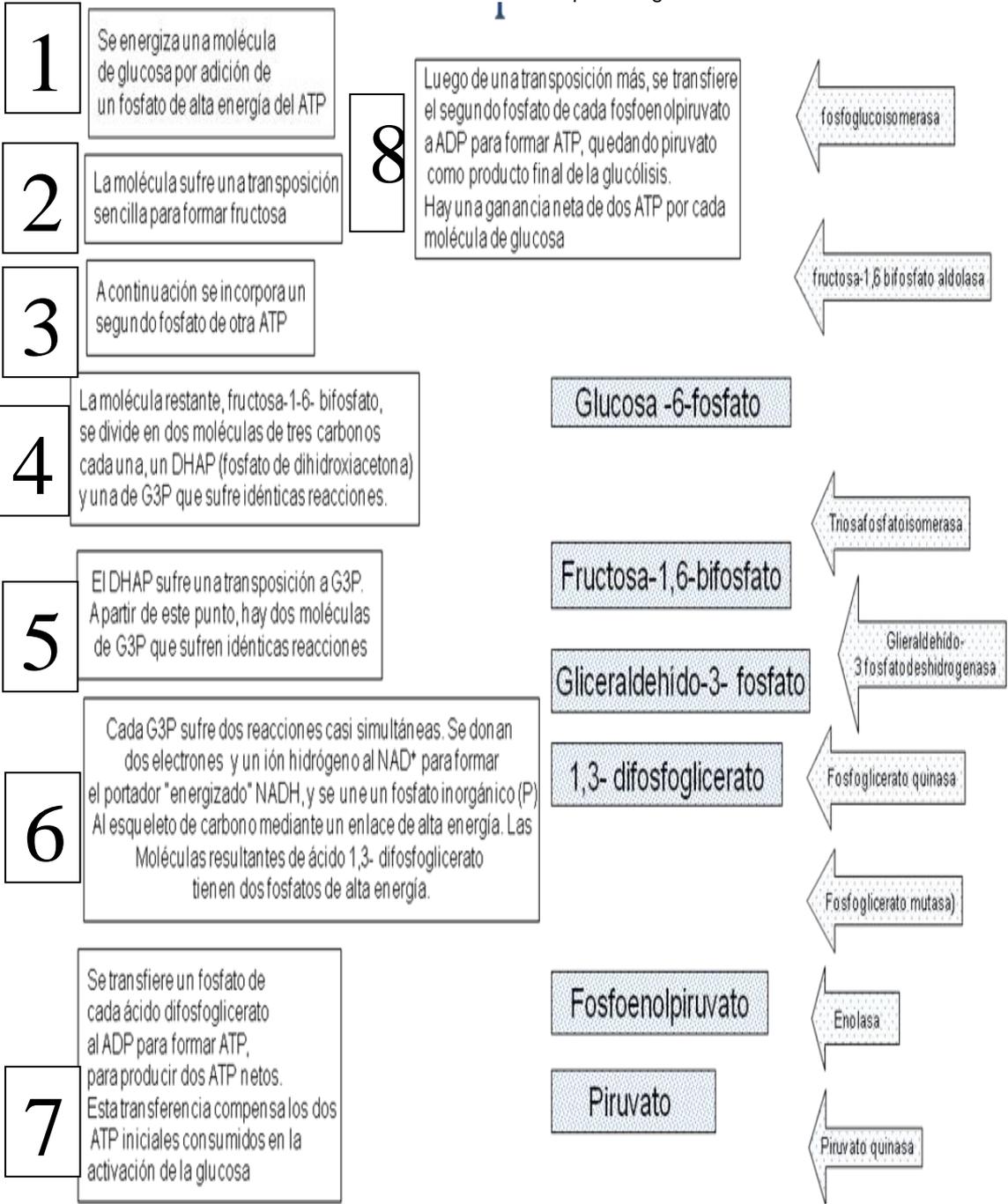


9



10

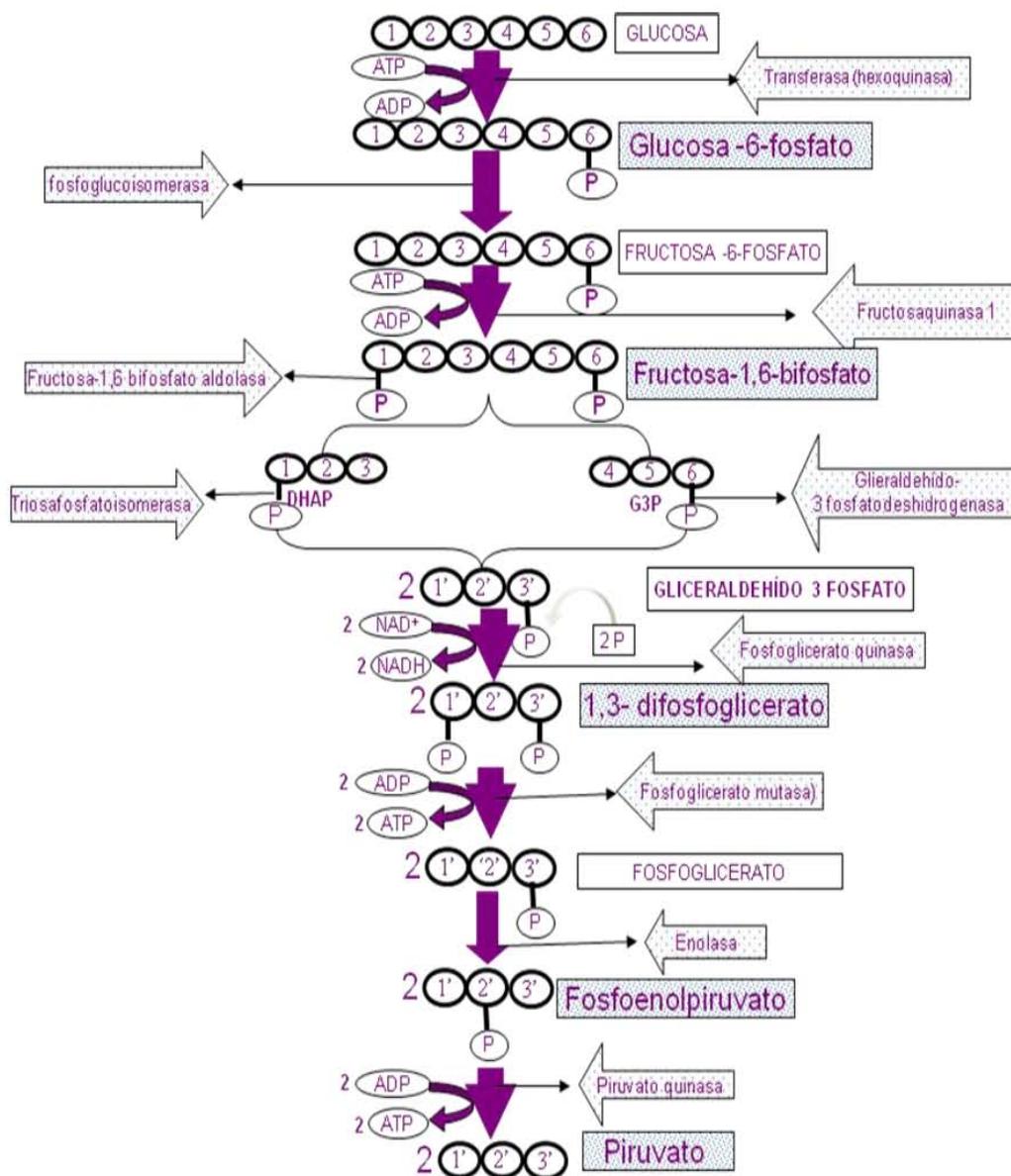
INSTRUCCIONES: Después de que ya armaste la actividad anterior. Recorta y ubica cada ACCIÓN, ENZIMA y METABOLITO en el esquema siguiente.



## “ARMA EL ESQUEMA DE LA GLUCÓLISIS”

Instrucciones: Recorta las flechas y los nombres que se encuentran en la página siguiente y después lee con atención los párrafos numerados del 1 al 8, de la siguiente página para que logres armar adecuadamente el Esquema

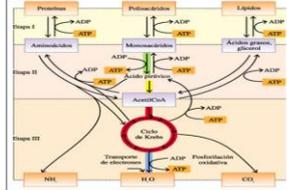
### EJERCICIO RESUELTO



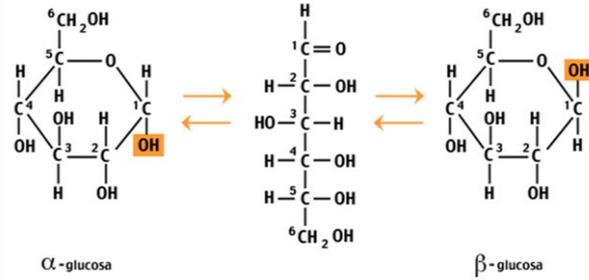
PRESENTACIÓN PPT DEL TEMA "GLUCÓLISIS, RESPIRACIÓN AERÓBICA"

Glucólisis  
Respiración aeróbica

Por: Cecilia Antolia Ortiz Antonio



¿Qué es respirar?  
¿Quiénes respiran?



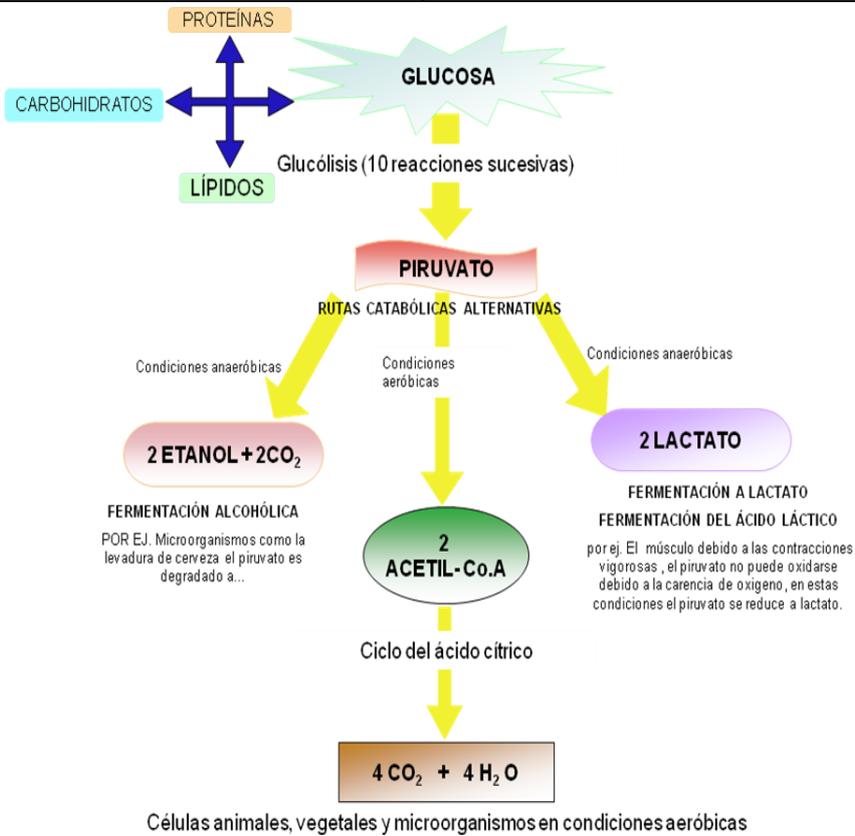
LA GLUCOSA ES LA ÚNICA FUENTE DE ENERGÍA METABÓL



Bebidas energéticas

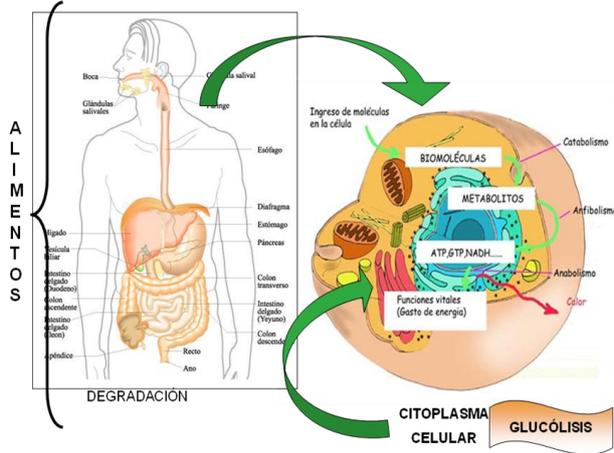


FUENTE DE ALMACENAMIENTO

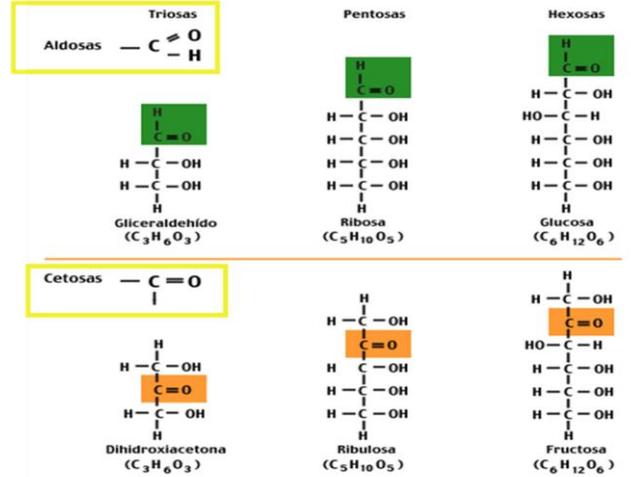


Células animales, vegetales y microorganismos en condiciones aeróbicas

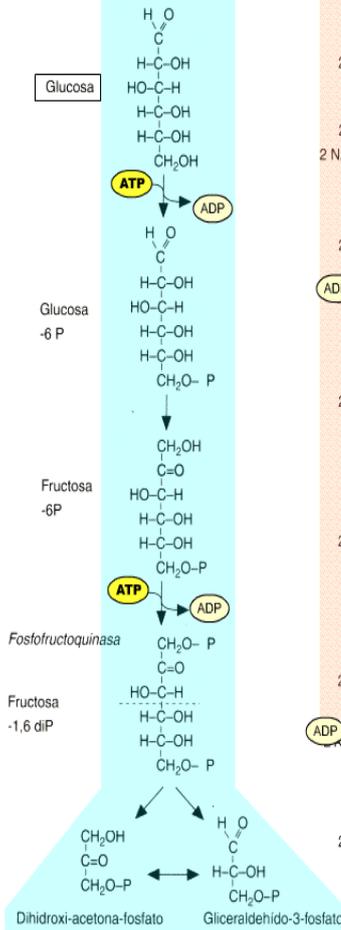
LA GLUCÓLISIS ES UN PROCESO CATABÓLICO QUE SE LLEVA A CABO EN EL CITOPLASMA DE LA CÉLULA



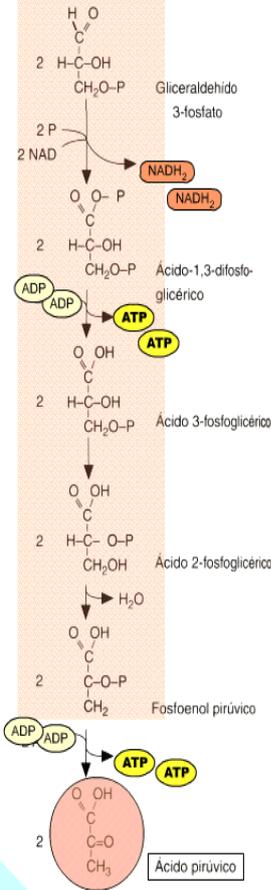
Número de átomos de carbono



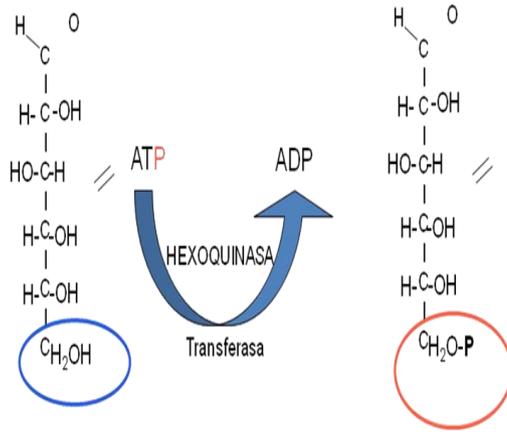
Primera fase



Segunda fase



1

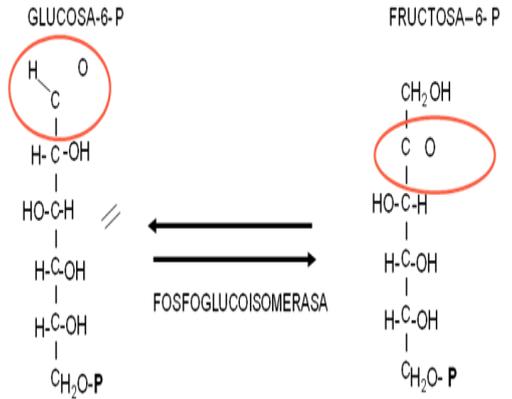


**FOSFORILACIÓN EN EL C-6 DA LUGAR A UNA GLUCOSA-6 FOSFATO.**

El ATP es el dador del fosfato

Es una reacción irreversible catalizada por la hexoquinasa (quinasa) se aplica a enzimas que TRANSFIEREN UN GRUPO fosfato

2



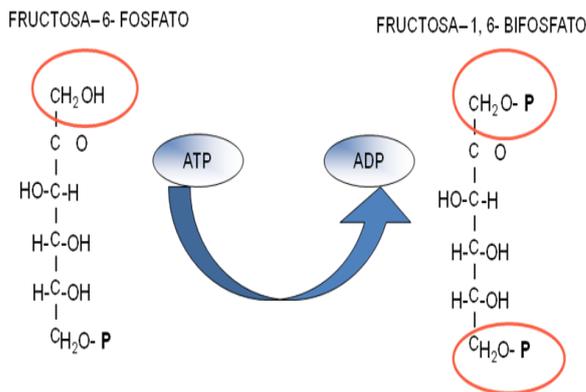
**CONVERSIÓN DE LA GLUCOSA-6-FOSFATO EN FRUCTOSA-6 FOSFATO**

La fosfoglucoisomerasa cataliza la isomerización reversible de la GLUCOSA-6-FOSFATO, una aldosa dando lugar a:

FRUCTOSA-6-FOSFATO (una cetosa)

ISOMERASAS TRANSFERENCIA DE GRUPOS DENTRO DE MOLECULAS

3



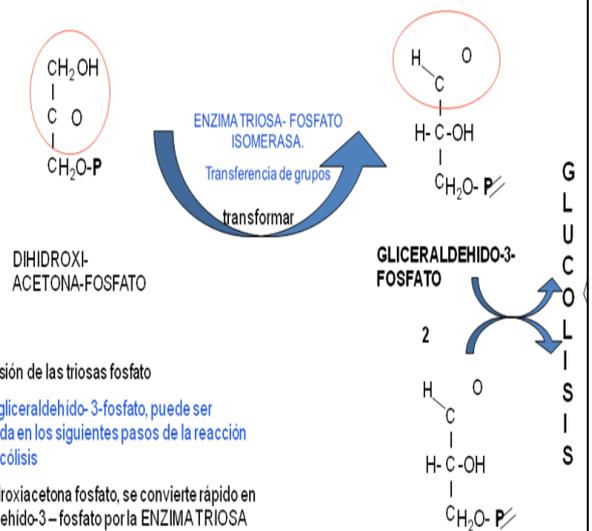
La fructosa quinasa-1 cataliza la transferencia de un grupo fosfato desde el ATP a la fructosa 6-fosfato para formar la fructosa-1,6 bifosfato

- Reacción irreversible
- Enzima fosfofructoquinasa-1 cataliza la formación de fructosa-1,6 bifosfato a partir de la fructosa-6-fosfato
- La fosfofructoquinasa es una enzima reguladora
- Punto principal de la regulación de la glucólisis. La enzima PFK-1 aumenta si se agota el suministro de ATP en la célula.
- Pero la enzima es inhibido cuando la célula tiene mucho ATP

SEGUNDA REACCIÓN CEBADORA DE LA GLUCÓLISIS

Segunda fase división

5



•Conversión de las triosas fosfato

•Sólo el gliceraldehido-3-fosfato, puede ser degradada en los siguientes pasos de la reacción de la glucólisis

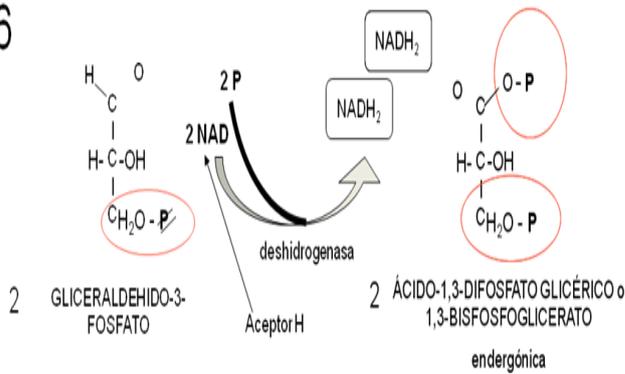
•La dihidroxiacetona fosfato, se convierte rápido en gliceraldehido-3-fosfato por la ENZIMA TRIOSA FOSFATO ISOMERASA.

•HASTA AQUÍ SE HAN OBTENIDO DE UNA MOLECULA DE GLUCOSA 2 MOLECULAS DE GLICERALDEHIDO-3-FOSFATO, las dos mitades de la molécula de la glucosa siguen la misma ruta en esta segunda fase de la glucólisis.

GLICERALDEHIDO-3-FOSFATO

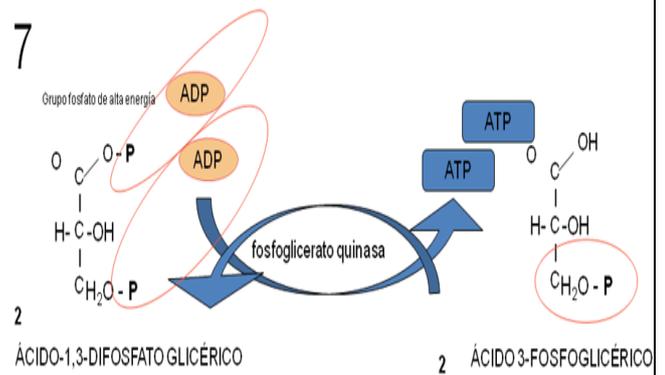
Segunda fase

6



- Oxidación del gliceraldehido-3-fosfato a 1,3-bisfosfoglicerato
- Primer paso de la segunda fase de la glucólisis.
- La conversión es favorecida por la gliceraldehido-3-fosfato deshidrogenasa
- El aceptor de hidrógeno en la reacción de la gliceraldehido-3-fosfato deshidrogenasa es la coenzima NAD<sup>+</sup>, forma oxidada del nicotinamida adenina dinucleótido.
- La reducción del NAD<sup>+</sup> tiene lugar mediante la transferencia enzimática de un ión hidruro (H<sup>-</sup>)

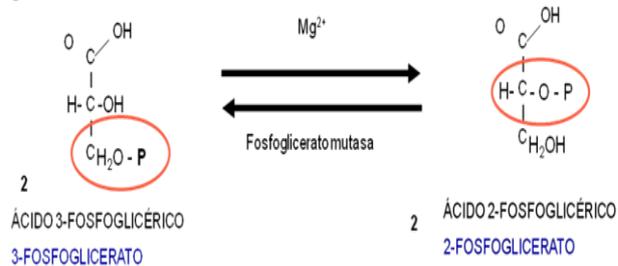
7



Transferencia del fosfato desde el 1,3-bisfosfoglicerato (ÁCIDO-1,3-DIFOSFATO –GLICÉRICO) al ADP

- La enzima fosfoglicerato quinasa transfiere el grupo fosfato de alta energía desde el grupo carboxilo del 1,3-bisfosfoglicerato al ADP, formando ATP y 3-fosfoglicerato (ÁCIDO 3-FOSFOGLICÉRICO)
- La energía liberada en la oxidación de un grupo aldehído o carboxilato se conserva mediante la formación acoplada de ATP a partir de ADP y Pi.

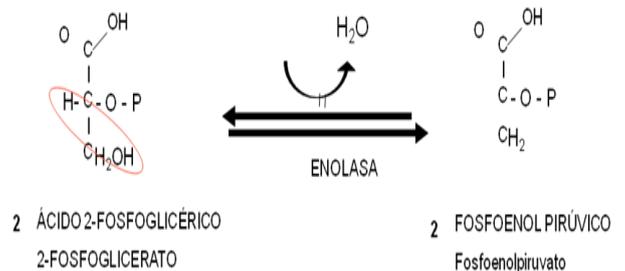
8



Conversión del 3-fosfoglicerato en 2-fosfoglicerato

- La enzima fosfoglicerato mutasa cataliza un desplazamiento reversible del grupo fosfato entre C-2 y C-3 del fosfoglicerato.
- El Mg<sup>2+</sup> es esencial para esta reacción.
- Debido a que a enzima es inicialmente fosforilado por transferencia de fosfato desde el 2,3-bisfosfoglicerato, este compuesto funciona como cofactor, es necesario en pequeñas cantidades para iniciar el ciclo catalítico.
- El nombre general MUTASA se aplica a las enzimas que catalizan la transferencia de un grupo funcional desde una posición a otra de la misma molécula.

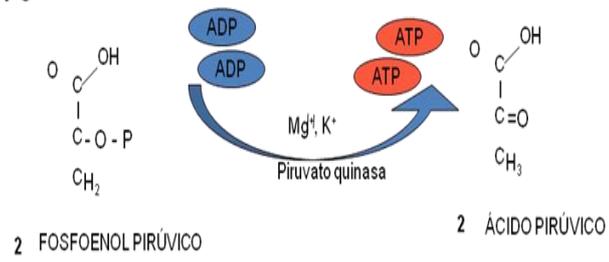
9



Deshidratación del 2-fosfoglicerato a fosfoenolpiruvato

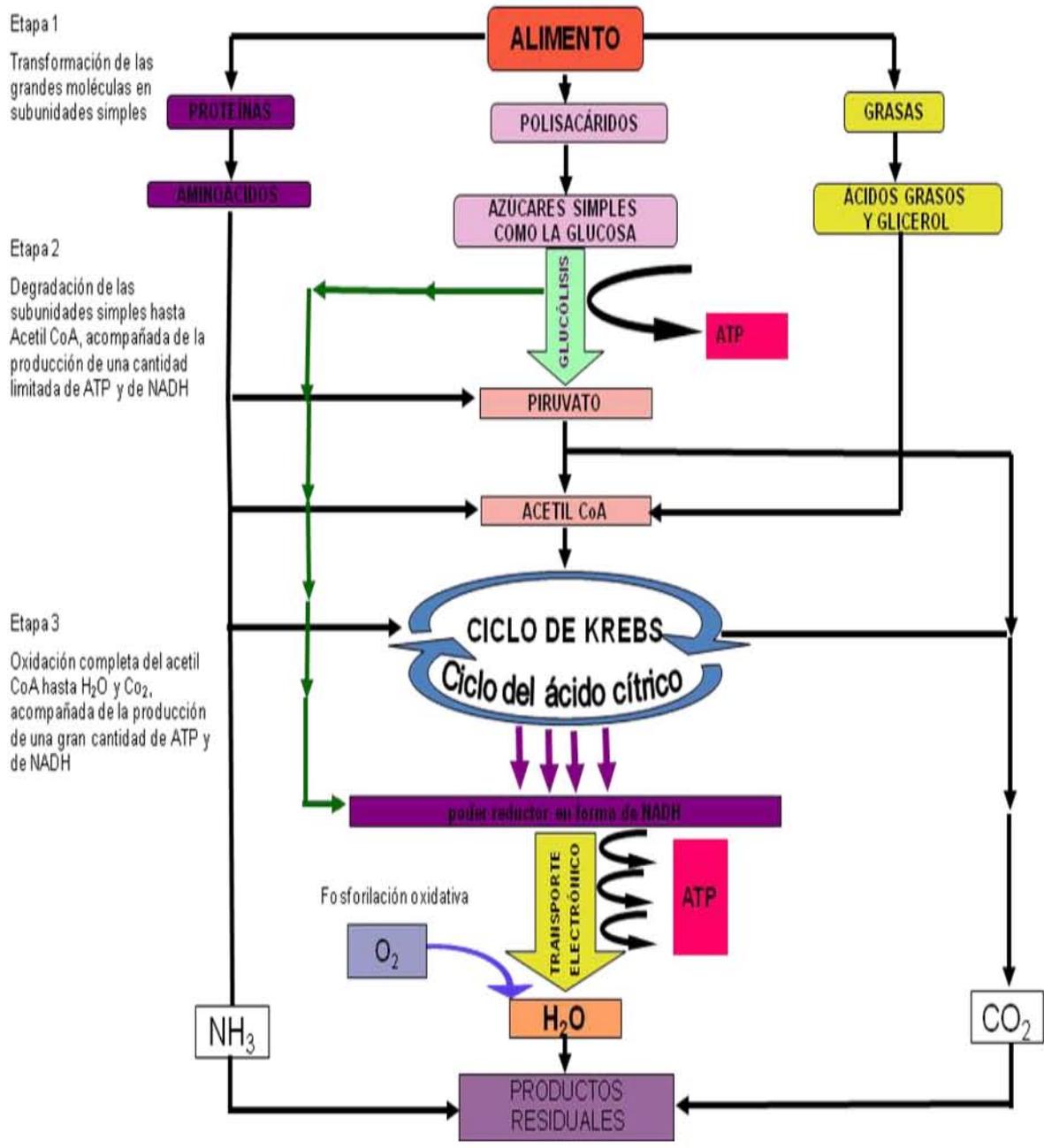
- Esta reacción está catalizada por la enolasa, enzima que promueve la eliminación reversible de una molécula de agua desde el 2-fosfoglicerato, dando lugar a fosfoenolpiruvato.
- Aunque el 2-fosfoglicerato y el fosfoenolpiruvato contienen la misma cantidad total de energía, la pérdida de la molécula de agua del 2-fosfoglicerato comparte una distribución de energía dentro de la molécula

10



Transferencia del grupo fosfato desde el fosfoenolpiruvato al ADP

- El último paso de la glucólisis es la transferencia del grupo fosfato desde el fosfoenolpiruvato al ADP catalizada por la piruvato quinasa.
- La piruvato quinasa requiere K<sup>+</sup> y Mg<sup>2+</sup> o Mn<sup>2+</sup>.
- Se da una síntesis de ATP



# La fermentación

Es la degradación ANAERÓBICA de la glucosa para obtener energía en forma de ATP



Destino del piruvato:

La levadura y otros **microorganismos fermentan** la glucosa a etanol y  $\text{CO}_2$ , en lugar de formar lactato.

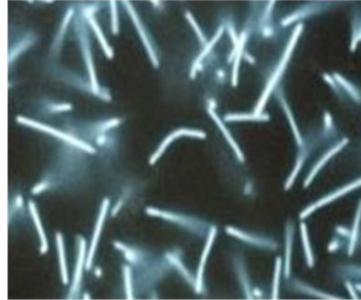
La glucosa se convierte en piruvato durante la glucólisis y el piruvato se transforma en etanol y  $\text{CO}_2$ .

El  $\text{CO}_2$  producido por la piruvato descarboxilasa en la levadura de cerveza es el responsable de la gasificación característica del Champán.

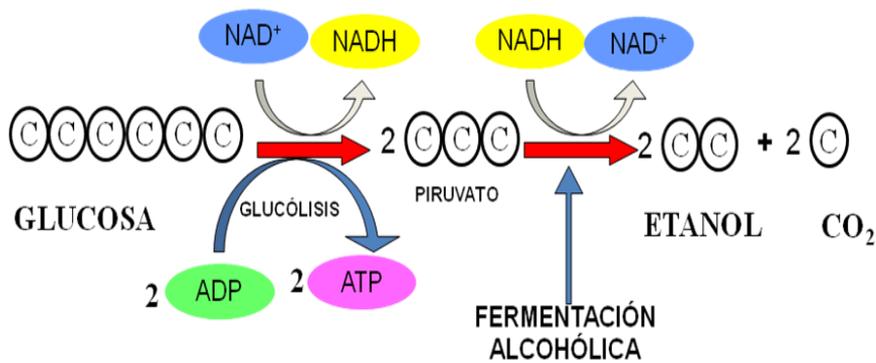
En la panificación, el  $\text{CO}_2$  liberado por el piruvato descarboxilasa cuando se mezcla la levadura con un azúcar fermentable hace que la masa se esponje.

El hígado humano produce la oxidación del etanol, ingerido.

Algunos microorganismos fermentan la glucosa y otras hexosas a lactato, ciertos lactobacilos y estreptococos. Fermentan la lactosa de la leche a ácido láctico, desnaturalizando la caseína y otra proteínas de la leche y provocando su precipitación, en condiciones adecuadas se produce queso o yogurt según el organismo implicado.

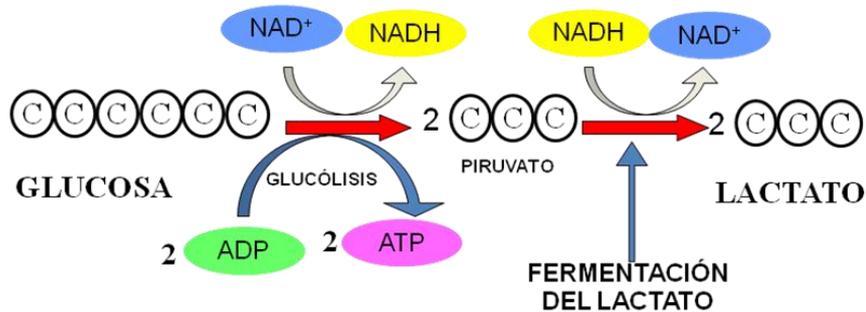


## Fermentación alcohólica



Los vinos espumosos, como el champaña, son embotellados mientras las levaduras están aún vivas y fermentando, atrapando tanto el alcohol como el  $\text{CO}_2$

# Fermentación del lactato



El lactato es tóxico para las células, y pronto provocan malestar intenso y fatiga que obliga al corredor a detenerse o al menos a reducir su velocidad. La conversión de lactato en piruvato no ocurre en las células musculares, que carecen de las enzimas necesarias, sino en el hígado. Donde el piruvato es descompuesto en la respiración celular en  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$

## CONCLUSIÓN

¿Qué sucede en la glucólisis?

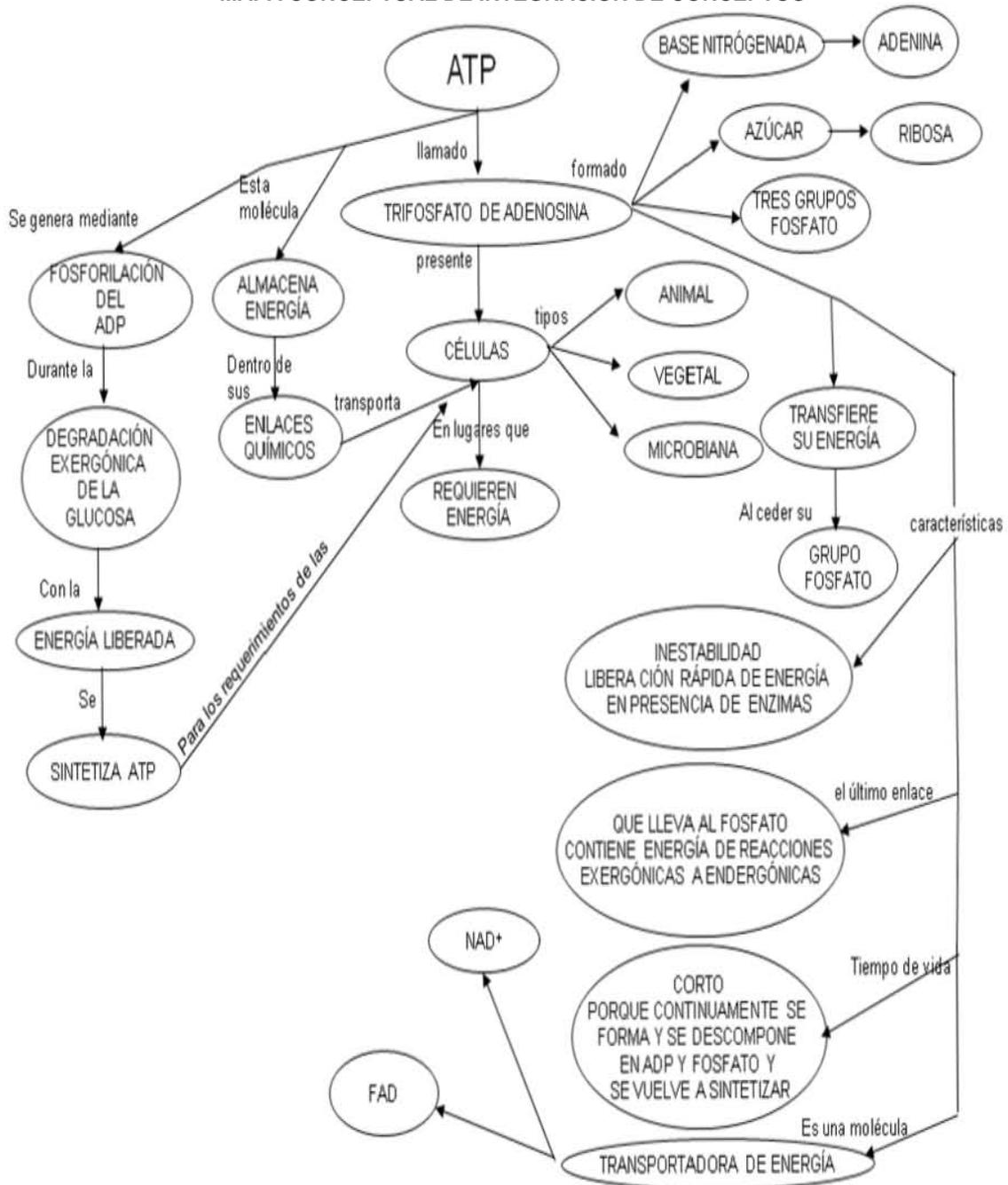
Tres tipos de transformaciones químicas:

1. La degradación del esqueleto carbonado de la glucosa
2. La fosforilación del ADP a ATP (4) por compuestos fosfato de alta energía formados durante la glucólisis
3. La transferencia de átomos de hidrógeno o electrones al  $\text{NAD}^+$ , formando NADH.

El destino del producto, PIRUVATO, depende del tipo de célula y de las circunstancias metabólicas.

GANANCIA ENERGÉTICA DE LA GLUCOLISIS: 4 ATP, MENOS DOS QUE SE INVIERTEN AL INICIO, LA GANANCIA NETA ES DE 2

### MAPA CONCEPTUAL DE INTEGRACIÓN DE CONCEPTOS



## ANEXO 10

### APENDICE A

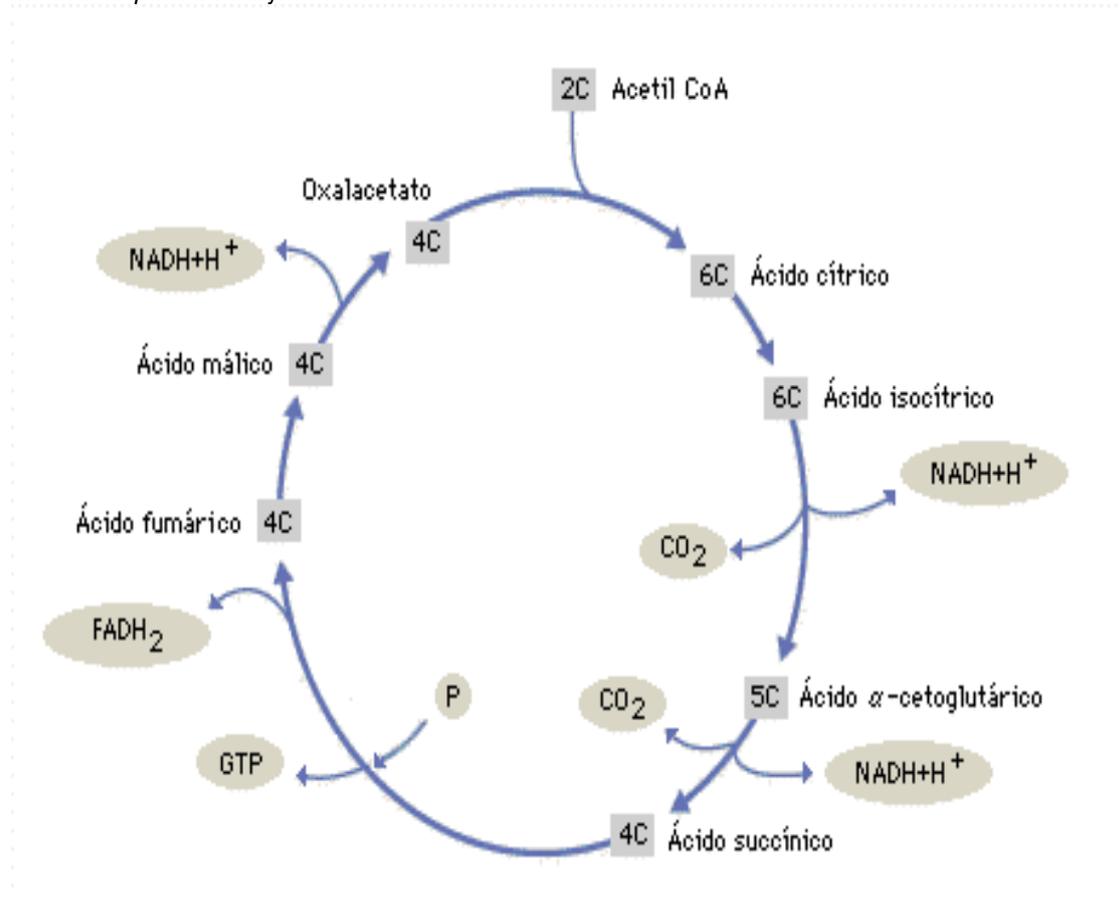
MATERIAL DIDÁCTICO UTILIZADO EN LA INTERVENCIÓN PEDAGÓGICA  
SESIÓN 8

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
Biología III, Unidad I ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

#### “EJERCICIO PREVIO DEL TEMA CICLO DE KREBS”

Alumno: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

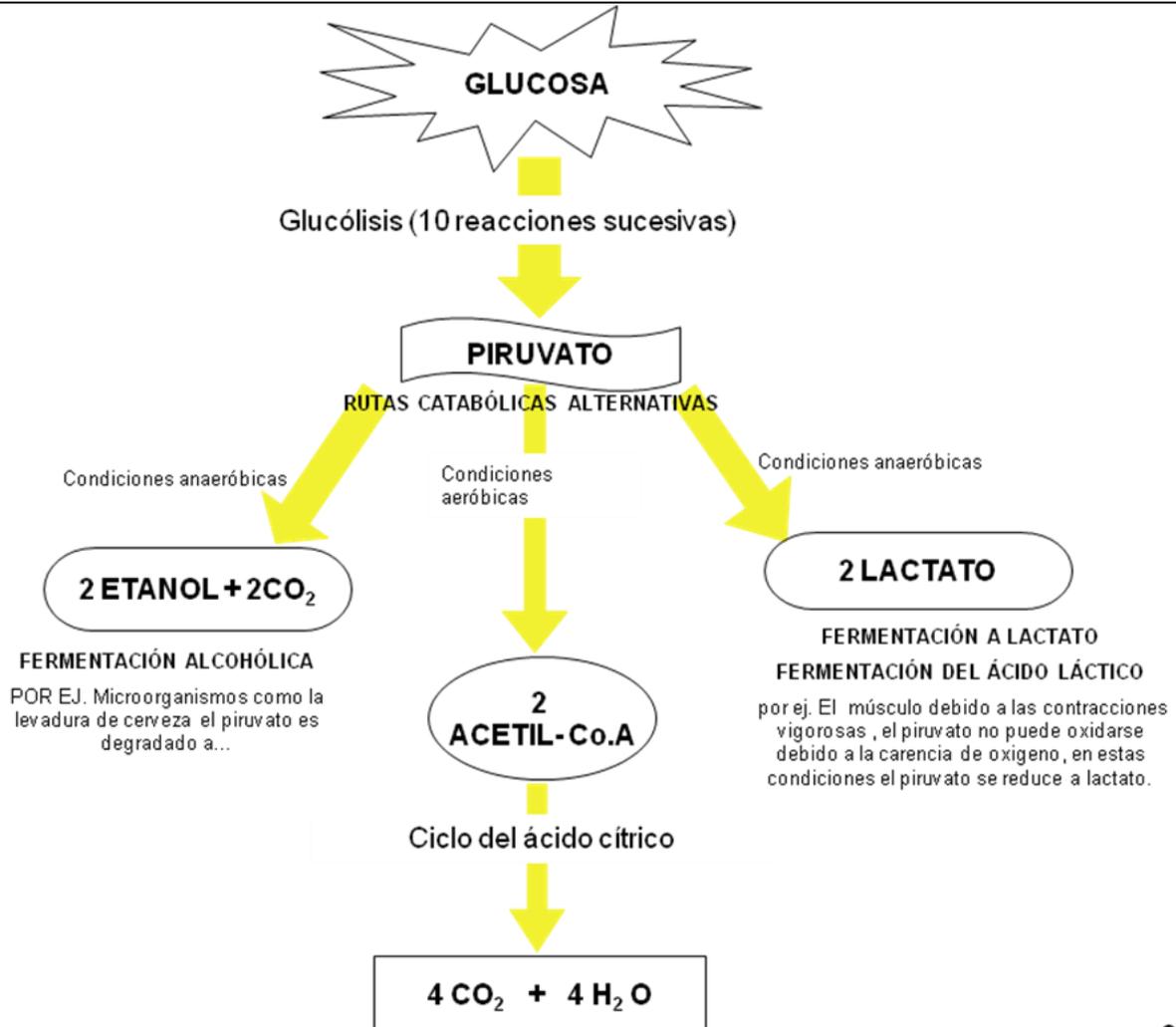
*INSTRUCCIONES: observa el esquema y con lo que ya sabes del tema responde el cuestionario que se encuentra en la parte de abajo*



1. ¿Qué tipo de ruta metabólica corresponde el ciclo de Krebs?
2. La mayoría de las moléculas ¿cuántos carbonos tienen?
3. ¿De cuántas reacciones consecutivas se conforma el ciclo de Krebs?
4. Elabora una lista de las reacciones que se dan en el ciclo y en cada una de ellas escribe las sustancias que salen y las sustancias que entran al ciclo de Krebs
5. ¿Para qué sirve el ciclo del ácido cítrico?
6. ¿En qué parte de la célula se realiza?
7. ¿Hay formación de ATP?

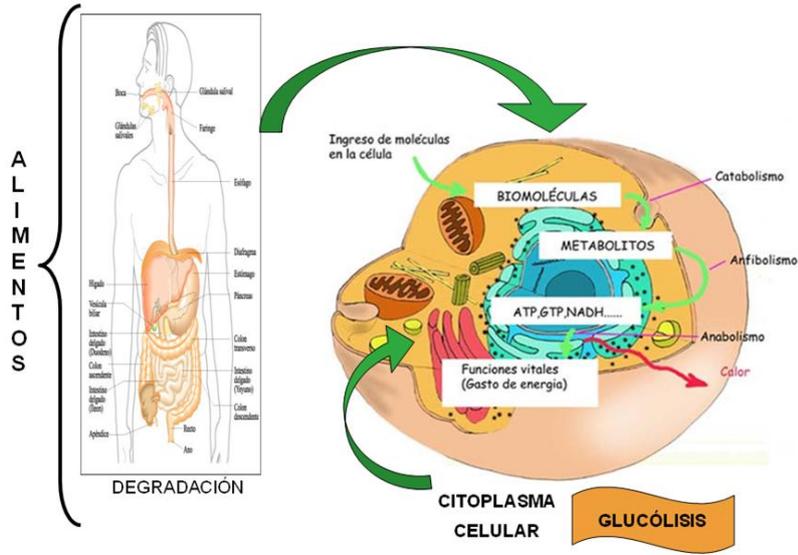
# Ciclo del Krebs Ciclo de ácido cítrico

Por: Cecilia Antolia Ortiz Antonio



Células animales, vegetales y microorganismos en condiciones aeróbicas

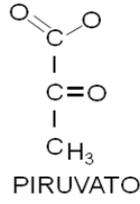
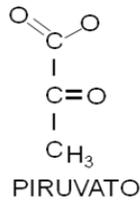
LA GLUCÓLISIS ES UN PROCESO CATABÓLICO QUE SE LLEVA A CABO EN EL CITOPLASMA DE LA CÉLULA



4

## El piruvato se oxida a acetyl-CoA y $\text{CO}_2$

2 PIRUVATO

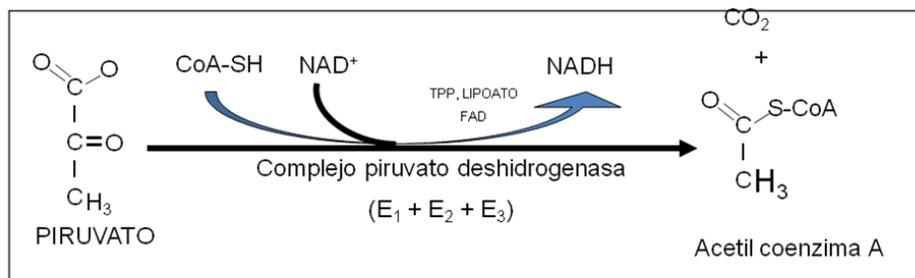


Antes de entrar al CICLO, los esqueletos carbonados de azúcares y ac. grasos deben sufrir un proceso de degradación para dar lugar al grupo ACETILO DEL ACETIL-CoA. ES LA FORMA EN QUE EL CICLO DE KREBS ACEPTA LA MAYOR PARTE DEL COMBUSTIBLE APORTADO

6

## EL ACETIL CoA

ANTES DE ENTRAR EN EL CICLO, LOS ESQUELETOS CARBONADOS DE LOS AZÚCARES DEBEN SUFRIR UN PROCESO DE DEGRADACIÓN PARA DAR LUGAR AL ACETIL CoA (GRUPO ACETILO)



Cofactores participan en la reacciones todas ellas son coenzimas derivados de vitaminas

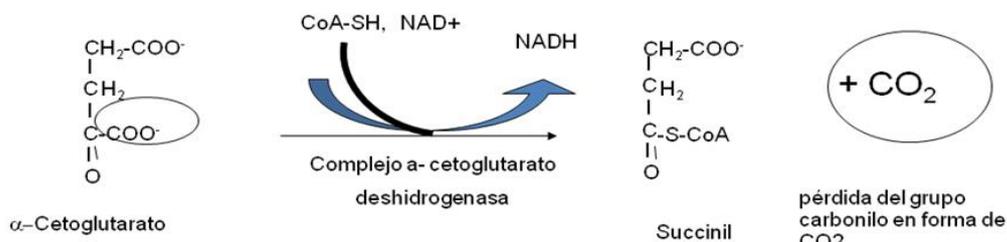
ESTE PROCESO COMPRENDE 5 PASOS

2

8

## 4.- Oxidación del $\alpha$ -cetoglutarato a succinil- CoA y $\text{CO}_2$

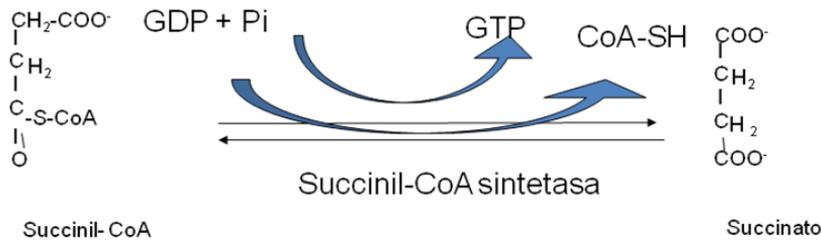
Se da una descarboxilización oxidativa por la que el  $\alpha$ -cetoglutarato se convierte al succinil-CoA y  $\text{CO}_2$  por acción del complejo  $\alpha$ -cetoglutarato se convierte en succinil-CoA y  $\text{CO}_2$  por acción del complejo  $\alpha$ -cetoglutarato deshidrogenasa: el  $\text{NAD}^+$  actúa de aceptor de electrones.:



en ambas reacciones se produce la oxidación de un  $\alpha$ -cetoácido con pérdida del grupo carbonilo en forma de  $\text{CO}_2$ . la energía de oxidación del  $\alpha$ -cetoglutarato se conserva mediante la formación del enlace tioéster en el succinil-CoA

## 5. Conversión del succinil-CoA en succinato

El succinil-CoA, al igual que el acetil CoA, tiene una energía libre de hidrólisis de su enlace tioéster. En el paso siguiente del ciclo del ácido cítrico, la energía liberada en la rotura de este enlace se utiliza para promover la síntesis de un enlace fosfoanhídrido de GTP o ATP y dar lugar al mismo tiempo a la formación de **succinato**



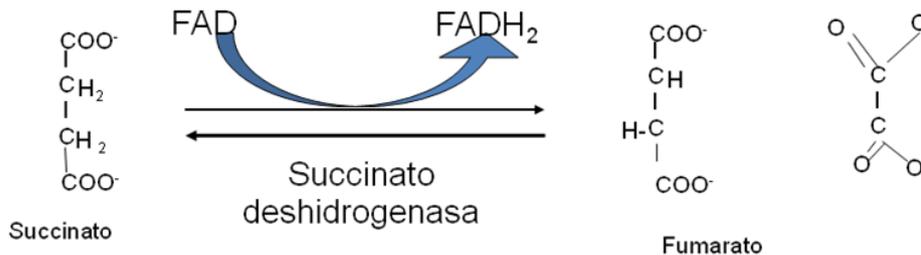
La reacción es conocida como succinico tioquinasa, ambos nombres indican la participación de un nucleósido trifosfato en la reacción.

Esta reacción en la que se conserva la energía presenta un paso intermedio en el que la misma molécula de enzima queda fosforilada en un residuo de His situado en el sitio activo. Este grupo fosfato es transferido al adp para dar lugar al ATP. Estas reacciones se denominan fosforilaciones a nivel de sustrato. "nucleosido difosfato quinasa.. El ATP y el GTP son eneréticamente equivalentes. 11

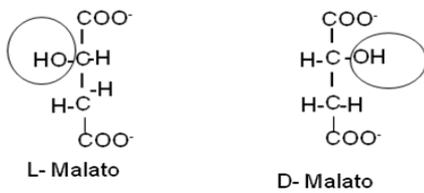
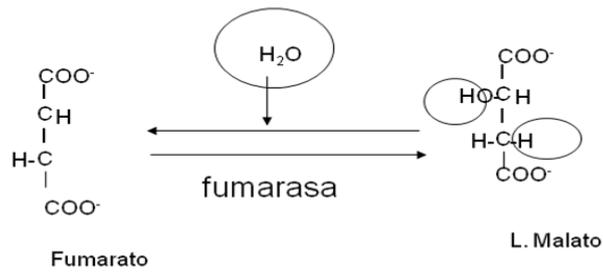
## 6. Oxidación del succinato a fumarato

El succinato formado a partir de succinil CoA es oxidado a FUMARATO por acción de la flavoproteína succinato deshidrogenasa. En las eucariotas la succinato deshidrogenasa se encuentra unida fuertemente a la membrana mitocondrial interna.

El malonato, un análogo del succinato, es un fuerte inhibidor competitivo de la succinato deshidrogenasa y puede bloquear el ciclo del ácido cítrico.



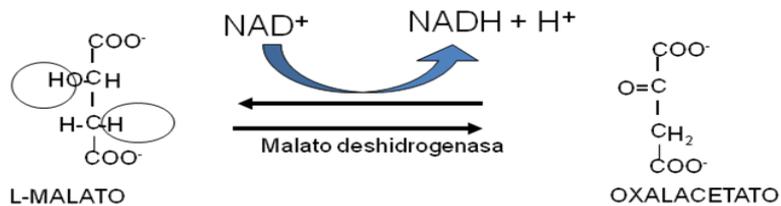
7.- Hidratación del fumarato y producción de malato la hidratación reversible del fumarato a l-malato está catalizada por la fumarasa (fumarato hidratasa)



13

## Oxidación del malato a oxalacetato

En la última reacción del ciclo del ácido cítrico, la L-malato deshidrogenasa dependiente de NAD cataliza la oxidación del L-malato a oxalacetato:



14

# CONCLUSIÓN

- CUANDO LAS DOS MOLÉCULAS DE PIRUVATO SE OXIDAN COMPLETAMENTE PARA DAR LUGAR A 6 MOLÉCULAS DE CO<sub>2</sub> MEDIANTE LAS REACCIONES CATALIZADAS POR EL COMPLEJO PIRUVATO DESHIDROGENASA Y LOS ENZIMAS DEL CICLO DEL ÁCIDO CÍTRICO, Y LOS ELECTRONES GENERADOS EN ESTOS PROCESOS SON TRANSFERIDOS AL O<sub>2</sub> A TRAVÉS DE LA CADENA RESPIRATORIA, SE OBTIENEN HASTA 38 ATP POR GLUCOSA
- SE OBTIENE APROXIMADAMENTE EL 40% DE ENERGÍA MÁXIMA EN LA OXIDACIÓN DE LA GLUCOSA
- PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA,
- GLUCOSA A GLUCOSA 6 FOSFATO      1ATP    -1
- FRUCTOSA 6 FOSFATO
- FRUCTOSA 1,6 BIFOSFATO            -1ATP   -1
- 2 GLICERALDEHIDO 3 FOSFATO
- 2 1,3 BIFOSFOGLICERATO            2NADH   6
- 2 1,3 BISFOSFOGLICERATO
- 2 3 FOSFOGLICERATO                2ATP    2
- 2 FOSFOENOLPIRUVATO
- 2 PIRUVATO                            2ATP    2
- 2 PIRUVATO                            2 ACETIL- CoA    2NADH-----6
- ISOCITRATO
- 2 A CETOGLUTARATO-----2NADH-----6
- 2 A. CETOGLUTARATO-----2NADH-----6
- 2 SUCCINIL-CoA.
- 2 SUCCINIL-CoA -----2ATP (O 2GTP) -----2
- 2 SUCCINATO-----2 FUMARATO -----2FADH<sub>2</sub>-----4
- 2 MALATO-----2 OXALACETATO-----2NADH-----6
- TOTAL-----38
- 3ATP POR CADA NADH Y 2 ATP POR FADH, UN VALOR NEGATIVO ES INDICIO DE CONSUMO DE ATP

“EJERCICIO 2 DE EVALUACIÓN DEL TEMA CICLO DE KREBS”

Alumno: \_\_\_\_\_

Grupo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

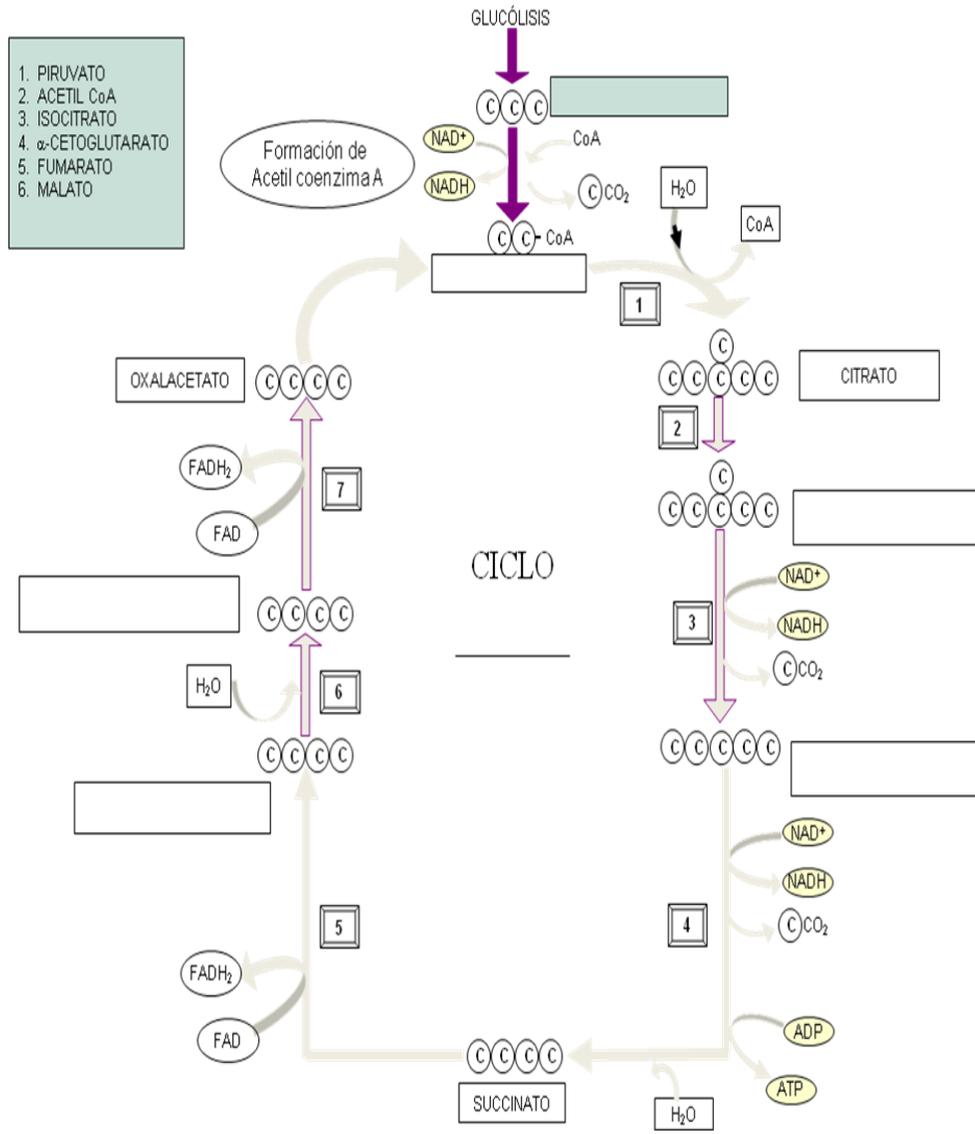
INSTRUCCIONES: Lee con atención los siguientes párrafos y resuelve el ejercicio de la siguiente página

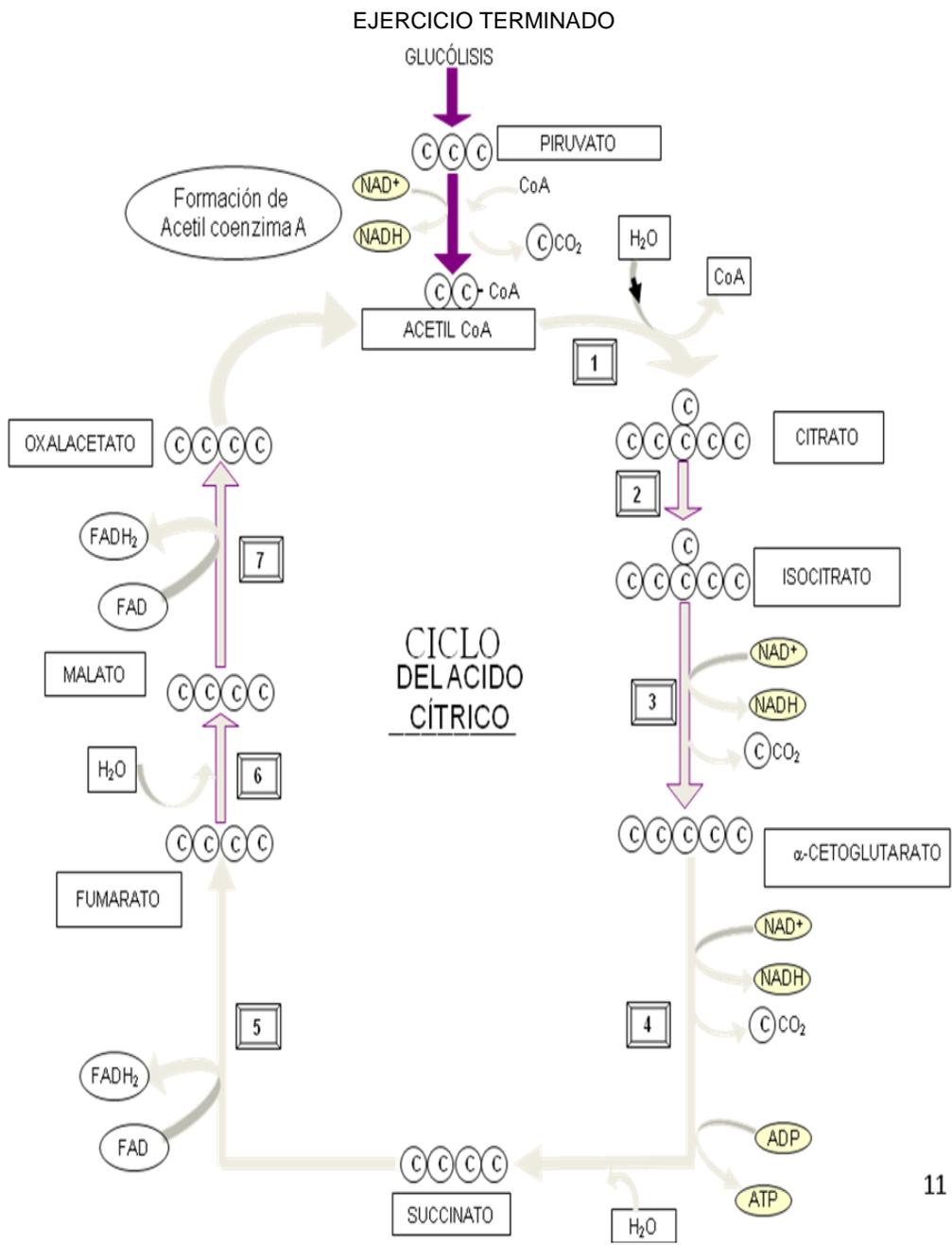
- 1 **Formación del acetil coenzima A**  
El piruvato se fragmenta en  $\text{CO}_2$  y un grupo acetilo. El grupo acetilo se un a la coenzima A para formar acetil CoA. Simultáneamente, el  $\text{NAD}^+$  recibe dos electrones y un ión hidrógeno para formar NADH. La acetil CoA entra en la segunda etapa de las reacciones de la matriz.
- 2 **Ciclo de krebs**  
La acetil CoA dona su grupo acetilo al oxalacetato para formar citrato
- 3 El citrato sufre una transposición a isocitarto
- 4 El isocitrato pierde un átomo de carbono en forma de  $\text{CO}_2$  y forma  $\alpha$ -cetoglutarato; se forma NADH a partir de  $\text{NAD}^+$
- 5 El alfa-cetoglutarato pierde un átomo de carbono en forma de  $\text{CO}_2$  y forma succinato; se forma NADH a partir de  $\text{NAD}^+$  y se almacena más energía en ATP. Hasta este punto, se han desprendido dos moléculas de  $\text{CO}_2$ . (Estas dos moléculas de  $\text{CO}_2$ , junto con la que fue liberada durante la formación de acetil CoA, dan cuenta de los tres átomos de carbono del piruvato original)
- 6 El succinato se transforma en fumarato, y el portador de electrones FAD se carga para formar  $\text{FADH}_2$
- 7 El fumarato se transforma en malato
- 8 El malato se transforma en oxaloacetato, y se forma NADH a partir de  $\text{NAD}^+$
- 9 El ciclo de Krebs produce tres moléculas de  $\text{CO}_2$  y NADH, un  $\text{FADH}_2$  y un ATP por molécula de acetil CoA. El NADH y el  $\text{FADH}_2$  donan sus electrones al sistema de Transporte d electrones de la membrana interna, donde la energía de los electrones se usa para sintetizar ATP por quimiósmosis

"EJERCICIO 2 DE EVALUACIÓN DEL TEMA CICLO DE KREBS"

Alumno: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

INSTRUCCIONES: Escribe en los rectángulos vacíos una de las seis palabras que se encuentran en el rectángulo. También pinta de azul los metabolitos que se forman en cada reacción, de amarillo las moléculas que entran, de verde las moléculas que salen y de rojo lo que se forma al cerrar el ciclo del ácido cítrico.





# ANEXO 11

## APÉNDICE A

MATERIAL DIDÁCTICO UTILIZADO EN LA INTERVENCIÓN PEDAGÓGICA  
SESIÓN 9

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
Biología III, Unidad I ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

### QUIMIÓSMOSIS EN LA MITOCONDRIA

Los electrones energéticos producidos por el ciclo de Krebs son acarreados a sistemas de transporte de electrones de la membrana mitocondrial interna

En este punto, la célula ha ganado solamente cuatro moléculas de ATP a partir de la molécula de glucosa original: dos durante la glucólisis y dos durante el ciclo de Krebs. Sin embargo, la célula ha capturado muchos electrones energéticos de moléculas portadoras: dos NADH durante la glucólisis más 8 NADH adicionales y dos  $FADH_2$  de las reacciones de la matriz, lo que hace un total de 10 NADH y  $2FADH_2$ . Los portadores depositan sus electrones en sistemas de transporte de electrones localizados en la membrana mitocondrial interna.

Estos sistemas de transporte de electrones tienen una función similar a la de los que están integrados a la membrana de los tilacoides de los cloroplastos. Los electrones energéticos se desplazan de molécula en molécula siguiendo los sistemas de transporte. La energía liberada por los electrones durante estas transferencias se utiliza para bombear iones hidrógeno desde la matriz, a través de la membrana interna y dentro del compartimento intermembranoso durante la quimiósmosis.

Al final del sistema de transporte de electrones, el oxígeno y los iones hidrógeno aceptan los electrones agotados: dos electrones, un átomo de oxígeno y dos iones hidrógeno se combinan para formar agua.

Esta etapa despeja el sistema de transporte y lo deja listo para acarrear más electrones. Sin oxígeno, los electrones se “amontonarían” en el sistema de transporte y, por tanto, los iones hidrógeno no serían bombeados a través de la membrana interna.

El gradiente de iones hidrógeno se disiparía pronto y la síntesis de ATP se detendría

La quimiósmosis captura la energía almacenada en un gradiente de iones hidrógeno y produce ATP

¿Para qué bombear iones hidrógeno a través de una membrana? El bombeo de iones hidrógeno a través de la membrana interna genera un gradiente de concentración de  $H^+$  grande, es decir, una concentración alta de iones hidrógeno en el compartimento intermembranoso y una concentración baja en la matriz. De acuerdo con la segunda Ley de la termodinámica, es necesario gastar energía para producir esta distribución no uniforme de iones hidrógeno, algo así como al bombear agua en un tanque de almacenamiento elevado. Se libera energía cuando se permite que los iones hidrógeno se desplacen hacia el lado bajo de su gradiente de concentración, que es como abrir las válvulas del tanque de almacenamiento y permitir que el agua salga. Esta energía puede capturarse porque la membrana interna es impermeable a los iones hidrógeno, salvo en los canales proteínicos que son parte de las enzimas sintetizadoras de ATP. En el proceso de quimiósmosis, los iones hidrógeno se desplazan hacia el lado bajo de su gradiente de concentración, del compartimento intermembranoso a la matriz, mediante estas enzimas sintetizadoras de ATP. El flujo de iones hidrógeno suministra la energía para sintetizar de 32 a 34 moléculas de ATP, combinando ADP (difosfato de adenosina) y fosfato inorgánico, por cada molécula de glucosa que se descompone.

El ATP sintetizado en la matriz durante la quimiósmosis es transportado, a través de la membrana interna, de la matriz al compartimento intermembranoso, y de ahí se difunde fuera de la mitocondria hacia el citoplasma circundante, a través de la membrana externa, que es muy permeable al ATP. Estas moléculas de ATP suministran la mayor parte de la energía que a célula necesita. El ADP se difunde simultáneamente desde el fluido del citoplasma, a través de la membrana externa, y es transportado, a través de la membrana interna, hasta la matriz, para reponer la reserva de ADP.

En resumen: el transporte de electrones y la quimiósmosis.

Los electrones de los portadores de electrones NADH y  $FADH_2$  entran en el sistema de transporte de electrones de la membrana mitocondrial interna, donde su energía se usa para generar un gradiente de iones hidrógeno a través de la membrana interna. El movimiento de iones hidrógeno hacia la parte baja de su gradiente, a través de los poros de las enzimas sintetizadoras de ATP, promueve la síntesis de 32 a 34 moléculas de ATP. Al final del sistema de transporte de electrones, dos electrones se combinan con un átomo de oxígeno y dos iones hidrógeno para formar agua.

# Transporte de electrones 0 Quimiósmosis

POR: CECILIA ORTIZ

## LOS PORTADORES DE ELECTRONES

NADH Y FADH<sub>2</sub>

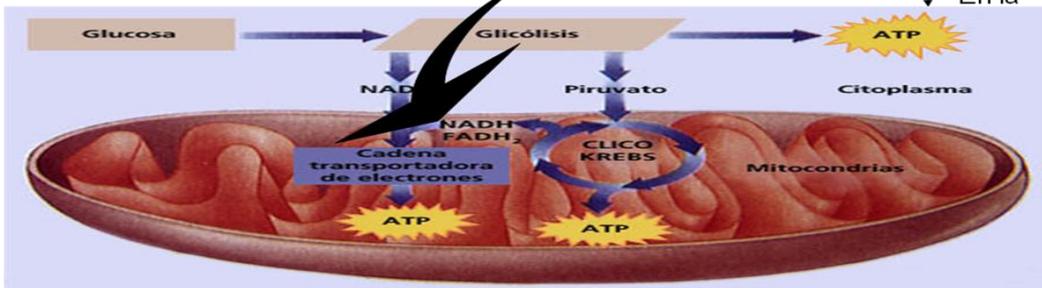
Formados en

Depositán sus

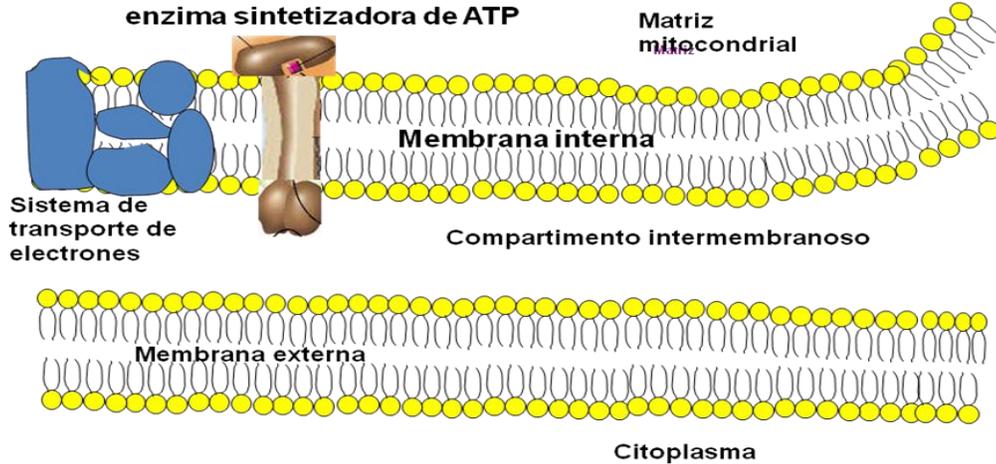
GLUCÓLISIS  
CICLO DE KREBS

ELECTRONES

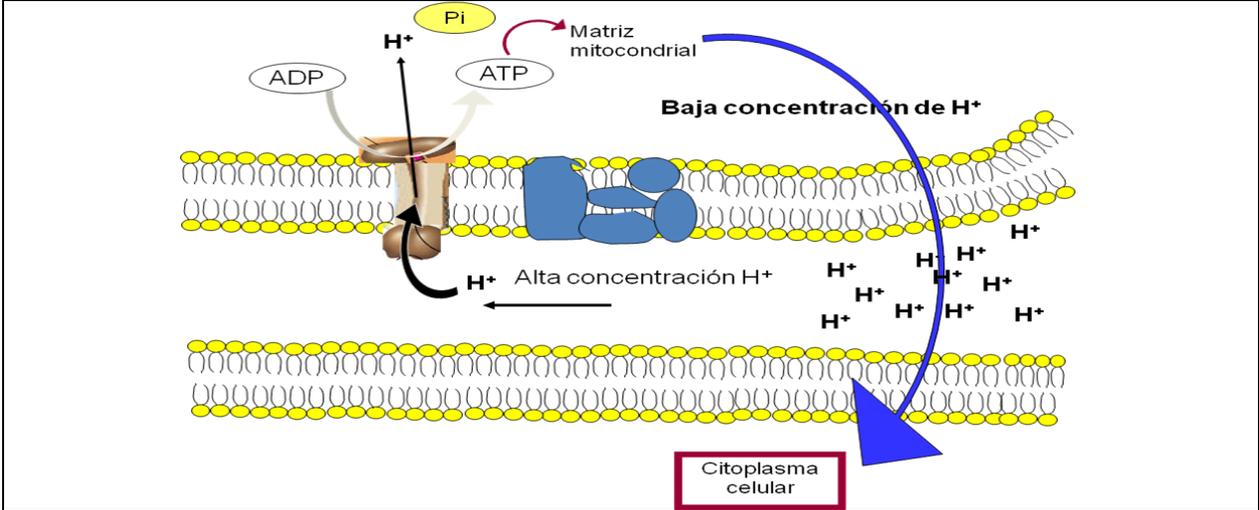
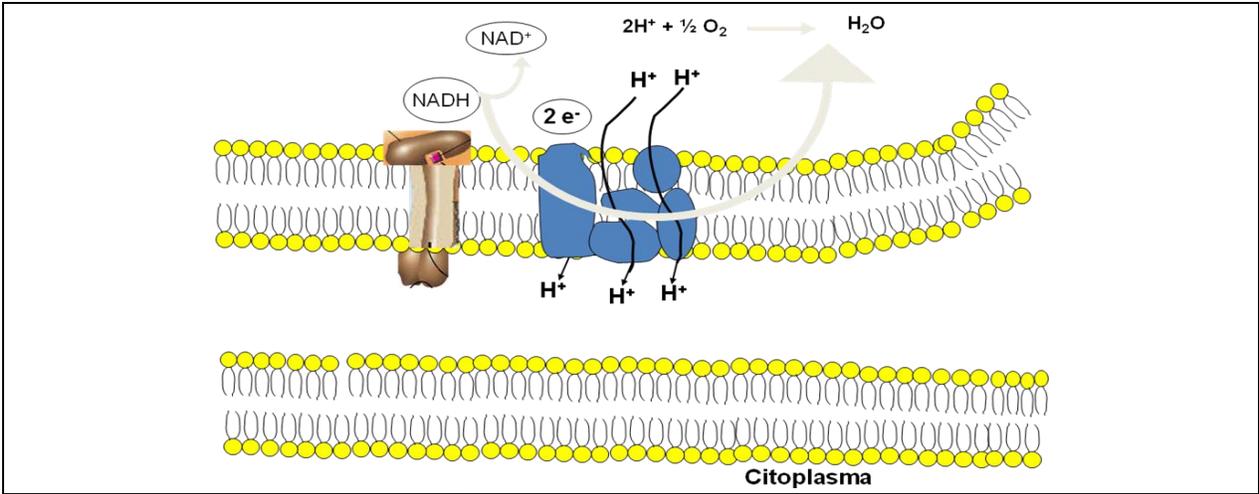
En la



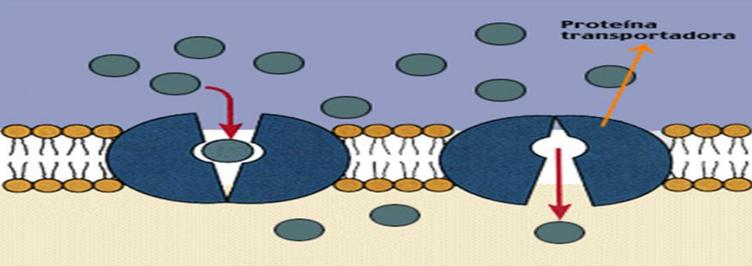
## Canal de iones H<sup>+</sup> dentro de la enzima sintetizadora de ATP



A medida que pasan a través del sistema de transporte de electrones, los electrones proporcionan energía para bombear iones hidrógeno (H<sup>+</sup>) a través de la membrana interior, desde la matriz al compartimento intermembranoso.

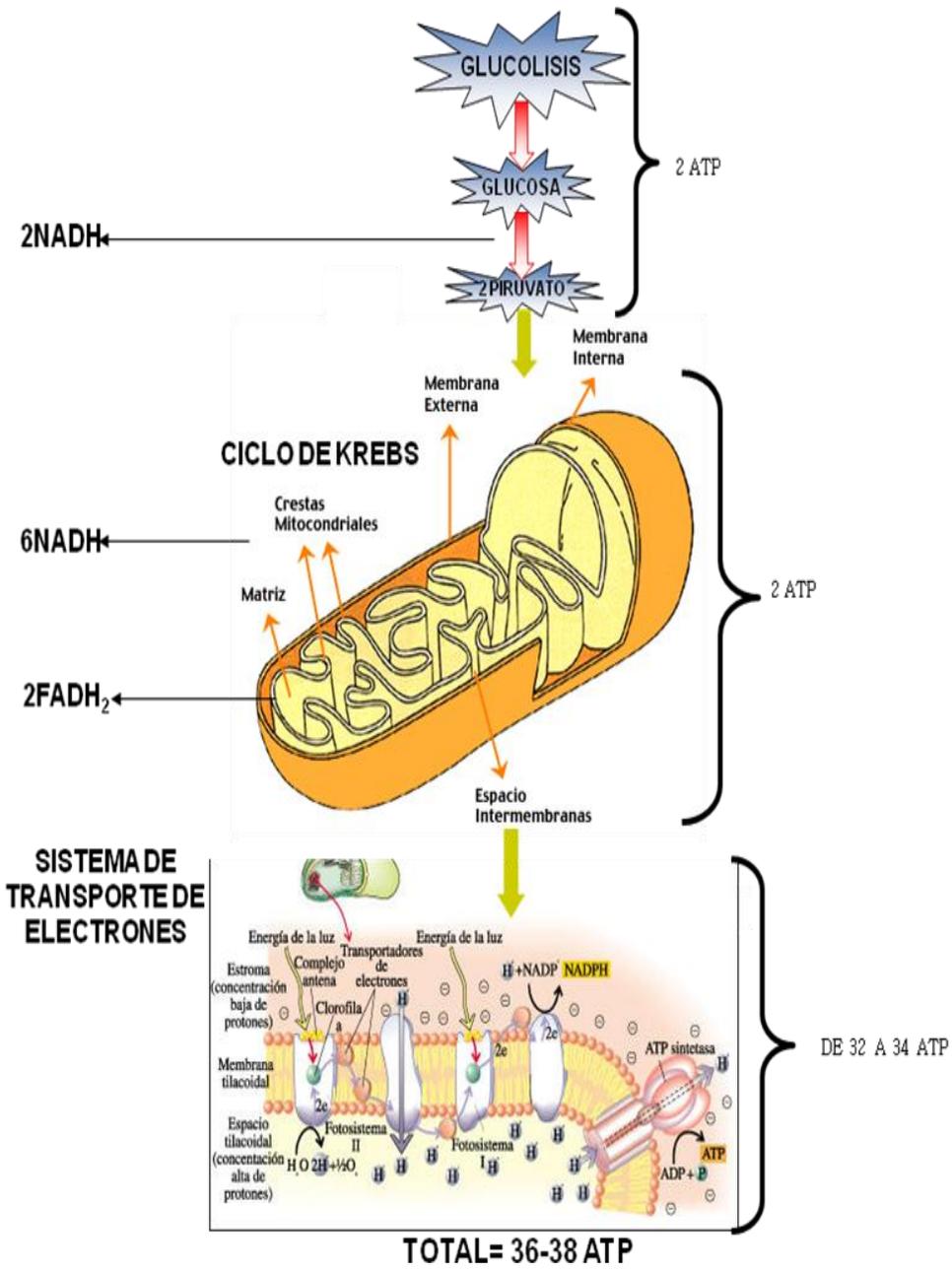


Este proceso de bombeo aumenta la concentración de H<sup>+</sup> en el compartimiento intermembranoso reduce la concentración de H<sup>+</sup> en la matriz, por consiguiente, se forma un gradiente de H<sup>+</sup> a través de la membrana interna.



La membrana interna de una mitocondria es permeable a los H<sup>+</sup> y sólo en los canales son acoplados con enzimas sintetizadoras de ATP, a través de estos poros es donde se encuentra el motor para la síntesis de ATP.

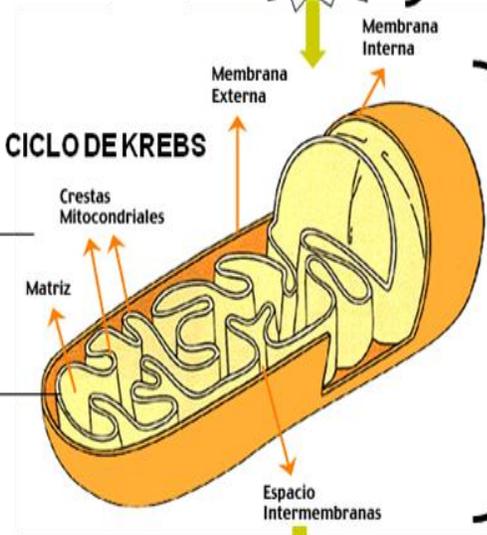




GLUCOLISIS  
 ↓  
 GLUCOSA  
 ↓  
 2 PIRUVATO

2 ATP

2 NADH

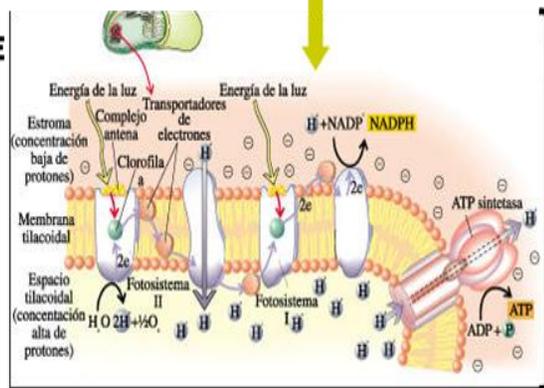


2 ATP

6 NADH

2 FADH<sub>2</sub>

**SISTEMA DE TRANSPORTE DE ELECTRONES**



DE 32 A 34 ATP

**TOTAL = 36-38 ATP**

## RESUMEN DE LA RESPIRACIÓN CELULAR

Alumno: \_\_\_\_\_

Grupo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Instrucciones: Llena el siguiente cuadro con la información que hace falta**

PROCESO	LOCALIZACIÓN	REACCIONES	PORTADORES DE ELECTRONES FORMADOS	RENDIMIENTO DE ATP (Por molécula de glucosa)
<b>GLUCÓLISIS</b>	se realiza en _____  celular	La _____ se descompone en dos moléculas de _____	____NADH  ____ATP	____ATP
Formación de acetil CoA	En la _____ de la mitocondria	Cada piruvato se combina con la coenzima A para formar _____	____NADH	Ninguno
<b>CICLO DE KREBS</b>	Matriz de la _____	El grupo acetilo de la CoA se metaboliza a dos CO <sub>2</sub>	____NADH,  ____FADH <sub>2</sub>	____ATP
<b>TRANSPORTE DE ELECTRONES</b>	Membrana _____	La energía de los electrones del NADH y dos FADH <sub>2</sub> se usa para bombear H <sup>+</sup> al interior del compartimiento intermembranoso, el gradiente de H <sup>+</sup> se usa para sintetizar ATP: tres ATP por NADH, dos ATP por FADH <sub>2</sub>		____ATP

**ANEXO 12**  
**APENDICE A**

MATERIAL DIDÁCTICO UTILIZADO EN LA INTERVENCIÓN PEDAGÓGICA  
SESIÓN 10

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
Biología III, Unidad I ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

---

**\* “QUÉ ENTIENDES POR LOS SIGUIENTES CONCEPTOS”**

Alumno: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

*INSTRUCCIONES: Con la primera parte escribe lo que entiendes por los siguientes conceptos y en la segunda parte escribe lo que entendiste al finalizar la clase.*

*PRIMERA PARTE*

<i>QUIMIOAUTÓTROFOS</i>	<i>FOTOAUTÓTROS</i>	<i>HETERÓTROFOS</i>
<i>QUIMIOAUTÓTROFOS</i>	<i>SEGUNDA PARTE</i> <i>FOTOAUTÓTROS</i>	<i>HETERÓTROFOS</i>

RALLY DIVERSIDAD METABÓLICA  
QUIMIOAUTÓTROFOS, FOTOAUTÓTROFOS Y HETERÓTROFOS  
POR: MADEMS. JULIO CESAR PANTOJA

**INSTRUCCIONES:**

- Formar equipos de 4 a 5 personas y leer el documento (lectura) que proporcionará el profesor.
- Tiempo de lectura 15 a 20 minutos
- Una vez terminada la lectura el profesor les facilitará un sobre sellado, que no se abrirá hasta que lo indique.
- Abierto el sobre ordenar las preguntas del 1 al 18.
- Contestar cada pregunta con bolígrafo o lápiz y se entregará al profesor con el conector indicado.
- **NO SE RECIBEN RESPUESTAS SIN CONECTOR Y VICEVERSA**
- En cuanto se tenga la respuesta y conector **INMEDIATAMENTE** entregar la respuesta al profesor.

**LECTURA**

**Evolución de los procesos metabólicos**

Cuando comenzó la vida en la Tierra hace 4500 millones de años, las células podían vivir y crecer con las pocas sustancias químicas presentes en el medio externo sin realizar complejas rutas metabólicas. Pero cada vez fue más intensa la competencia por los recursos naturales. Aquellos organismos que desarrollaron enzimas capaces de producir sustancias orgánicas más eficientemente tendrían una fuerte ventaja selectiva.

**Quimioautótrofos Fermentadores**

Las rutas metabólicas más antiguas (de hace unos 3500 m.a) debieron de ser anaeróbicas, ya que no había oxígeno libre en la atmósfera. La posición central del metabolismo está ocupada por los procesos químicos que implican a los azúcares fosfato. Entre ellos el proceso fundamental es la glucólisis, por el que la glucosa se puede degradar en ausencia de oxígeno.

Los primeros organismos debieron de ser muy sencillos, unicelulares y procariotas. Basándose en la existencia de "caldo primitivo", se puede postular que eran fermentadores, es decir, obtenían los nutrientes del medio y mediante procesos de fermentación conseguían la energía y las biomoléculas necesarias para su crecimiento y reproducción. La fermentación, por tanto, posibilitaba la vida de estas células en una atmósfera reductora como la de entonces.

**Quimioautótrofos**

La existencia de depósitos sulfuros de hace unos 3000 millones de años, atribuible al metabolismo bacteriano, ha hecho pensar que algunos grupos de bacterias fotosintetizadoras volvieron al sedimento. De esta forma, los pigmentos fotosintéticos, inútiles en la obscuridad, evolucionaron para dar lugar a compuestos que utilizaban el ion sulfato como aceptor final de una primitiva cadena transportadora de electrones, transformándolos en un compuesto reducido  $H_2S$ . Este proceso permitía oxidar la materia orgánica y obtener enorme cantidad de energía para los procesos metabólicos: la denominada respiración anaeróbica. También había organismos quimioautótrofos o quimiolitótrofos, capaces de obtener energía mediante la oxidación de materia inorgánica. Estos organismos sólo necesitan, para vivir, aire, agua sales minerales y compuestos inorgánicos reducidos, como en el caso de las cianobacterias, captan  $CO_2$  mediante el ciclo de Calvin y no realizan el ciclo de Krebs. Presentan el máximo avance metabólico en los procariotas y son fundamentales, ya que en la actualidad cierran los ciclos biogeoquímicos del carbono, del azufre y del nitrógeno.

**Fotoautótrofos unicelulares (bacterias)**

Los organismos fermentadores tenían limitada su existencia a los lugares con materia orgánica, por lo que grandes zonas estaban inhabitadas. Esto fue aprovechado por unos nuevos organismos capaces de utilizar la luz para sintetizar ATP. La fotosíntesis que realizaban no era capaz de romper la molécula de agua y utilizarla como dadora de electrones y, por tanto, no desprendían oxígeno. La molécula dadora de electrones era el  $H_2S$ . El ATP y el poder reductor obtenido permitieron reducir por primera vez materia orgánica ( $CO_2$ ,  $NO_3^-$ , etc.) para sintetizar materia orgánica (carbohidratos, proteínas, etc.). Las bacterias verdes y rojas o púrpura del azufre son anaeróbicas, que utilizan el  $H_2S$  como dador de electrones, son los dos grupos de estos organismos primitivos que han subsistido hasta la actualidad. Las bacterias verdes contienen bacterioclorofila mientras que la bacteria púrpura contiene pigmentos carotenoides rojos, amarillos y bacterioclorofila.

Hace unos 2500 millones de años aparecieron las cianobacterias, que gracias a la incorporación de la clorofila permitió realizar el rompimiento del agua y obtener el hidrógeno necesario para reducir  $CO_2$  y producir carbohidratos o azúcares. Este proceso posibilitó la liberación de grandes cantidades de oxígeno. Por lo que la atmósfera cambió de reductiva ( $NH_4$ ,  $H_2$ ,  $CH_4$  y  $CO_2$ ) a una atmósfera oxidativa ( $O_2$ ). Las cianobacterias no solamente contienen clorofila como pigmentos, sino otros tipos de pigmentos accesorios como: carotenoides, por ejemplo la xantofila que dan el color amarillo, la ficocianina de color azul. Creando una combinación que van desde el color dorado, amarillo, pardo, rojo verde esmeralda, azul, violeta o azul-negro. El Mar Rojo debe su

nombre a las densas concentraciones de cianobacterias rojas que flotan en su superficie. También estas prosperan en ambientes de agua dulce como los estanques.

#### Heterótrofos

Los organismos heterótrofos son tanto unicelulares, como las bacterias, protozoarios u hongos, así como organismos pluricelulares, como son los animales (esponjas, anémonas, pulpos, camarones, etc.) y hongos. Estos son incapaces de sintetizar todos los compuestos orgánicos que necesitan a partir de sustancias inorgánicas sencillas, necesitando sustancias orgánicas preformadas tales como aminoácidos, glucosa, vitaminas, etc., las cuales obtienen al alimentarse, tanto de organismos autótrofos como de otros heterótrofos o de sus compuestos orgánicos.

Por otro lado, el gran avance de los heterótrofos aeróbicos (células animales) fue el uso de oxígeno como aceptor final de los electrones procedentes de la materia orgánica (carbohidratos, lípidos, proteínas, etc.). La respiración aeróbica perfeccionó la cadena de citocromos primitiva de la respiración anaeróbica. Este cambio supuso una colonización del medio terrestre, ya que se dejaron de utilizar los iones propios de la respiración anaeróbica, presentes en el agua, para poder realizar la respiración aerobia gracias a la utilización del oxígeno atmosférico.

La atmósfera con oxígeno transformó la vida de muchos organismos. El oxígeno capta electrones formando radicales libres que destruyen moléculas orgánicas y que, por tanto, son tóxicos para los organismos. Esto provocó que muchos organismos murieran y otros se refugiaron en zonas profundas con ausencia de oxígeno. Sin embargo, los heterótrofos aeróbicos desarrollaron sistemas enzimáticos (como la catalasa y la peroxidasa) capaces de destruir los primeros compuestos formados por el oxígeno.

#### Fotoautótrofos Eucariotas

Hace 1500 millones de años aparecieron las primeras células eucariotas, que eran similares a ciertas algas unicelulares actuales. La célula eucariota surgió a partir de una gran célula procariota. Lo más probable es que dentro de una gran célula procariota habría muchas viviendo en simbiosis. Estas bacterias simbiotas dieron lugar a los distintos orgánulos celulares. Así, las mitocondrias debieron de ser bacterias aeróbicas y los cloroplastos se originaron a partir de cianobacterias. La célula huésped asumió la función nuclear y aumentó su superficie membranosa originando una red endomembranosa: membrana nuclear, aparato de Golgi, retículo endoplásmico liso y rugoso. Produciendo un único organismo con dos metabolismos en parte complementarios, de donde surgió la célula fotoautótrofa-heterótrofa (procesos metabólicos de la respiración, así como el de la fotosíntesis). Pero con la pluricelularidad (que ocurrió hace aproximadamente entre 1100 y 900 millones de años) este organismo perdió la capacidad de ingerir materia orgánica, se especializó sólo en la fotosíntesis, apareciendo la primera célula eucariota fotoautótrofa de las precursora de las algas y después de los vegetales. A ciertos autótrofos fotosintéticos, se les denominan algas. Las algas, en general, tienen una estructura relativamente simple; pueden ser unicelulares, o presentar un filamento de células, o una placa de células o un cuerpo sólido que puede comenzar a aproximarse a la complejidad del cuerpo de una planta.

Las algas protistas unicelulares se encuentran habitualmente flotando cerca de la superficie de océanos y aguas continentales, donde abunda la luz.

La mayoría de las algas multicelulares presentan adaptaciones que les permiten vivir en aguas poco profundas a lo largo de las costas, donde se acumulan habitualmente muchos nutrientes pero, las condiciones de vida son difíciles. Bajo estas presiones, distintos grupos explotaron determinadas áreas a lo largo de las líneas de marea, dando como resultado una zonación de formas de vida diferentes características en muchas áreas costeras.

Las plantas por otra parte son organismos fotosintéticos, multicelulares adaptados a la vida terrestre. Todas las plantas parecen haber surgido de la colonización de las algas verdes (división Chlorophyta), al parecer en un evento único, hace aproximadamente entre 700 y 500 millones de años. En las plantas, la clorofila **a** es el pigmento involucrado directamente en la transformación de la energía lumínica en energía química. La mayoría de las células fotosintéticas de la plantas también contienen un segundo tipo, que es la clorofila **b**. Con respecto a los carotenoides, uno de los que se encuentran en las plantas es el beta-caroteno. Los carotenoides son pigmentos rojos, anaranjados o amarillos. En las hojas verdes su color está enmascarado por las clorofilas, que son más abundantes. En algunos tejidos, sin embargo, como los del tomate maduro, predominan los colores reflejados por los carotenoides. Lo mismo ocurre en las células foliares cuando dejan de sintetizar clorofila en el otoño.

#### División metabólica bacteriana

Bacterias y Archaeas (procariotas), exhiben una diversidad metabólica tan sorprendente que difícilmente podremos encontrarla en animales, plantas, hongos u otros organismos "superiores" (eucariotas). Los procariotas, literalmente, mantienen su sistema biológico utilizando y reciclando, una y otra vez, todos los elementos minerales necesarios para su soporte vital.

Toda la vida sobre la Tierra podría clasificarse en función de las fuentes de carbono y energía de las que depende cada organismo: la energía puede obtenerse de reacciones luminosas (fotótrofos) o de oxidaciones químicas (a partir de compuestos orgánicos o inorgánicos); el carbono para la síntesis celular puede obtenerse del CO<sub>2</sub> (autótrofos) o de compuestos orgánicos preformados (heterótrofos). Combinando estas categorías

tendremos las cuatro estrategias básicas de los seres vivos: fotoheterótrofos (plantas), quimioheterótrofos (animales y hongos), fotoheterótrofos y quimioautótrofos. Solo entre las bacterias se pueden encontrar estas cuatro estrategias de la vida.

#### REFERENCIAS

CURTIS h. Y Barnes S. (2004). Biología, (6ª Ed.) Colombia, Panamericana, pp. 1498

Starr C. y Taggart R. (2004), Biología; la unidad y diversidad de la vida, (10ª ed.) México D.F., pp. 931

[www.hiru.com/es/biología/](http://www.hiru.com/es/biología/)

[www.qb.fcen.ub.ar/microinmuno/seminarioBiodiversidad.htm](http://www.qb.fcen.ub.ar/microinmuno/seminarioBiodiversidad.htm)

PREGUNTAS DEL RALLY

**PREGUNTA 1**  
LAS RUTAS METABÓLICAS MÁS ANTIGUAS DE QUÉ TIPO FUERON

**CONECTOR**  
Consigue una llave de color plateado

**PREGUNTA 2**  
LOS PRIMEROS ORGANISMOS OBTENÍAN LOS NUTRIENTES DEL MEDIO MEDIANTE PROCESOS DE...

**CONECTOR**  
Dibuja un rostro feliz, que este diciendo ¡No se me olvida nada de lo que aprendí!

**PREGUNTA 3**  
¿QUÉ ES UN ORGANISMO QUIMIOAUTÓTROFO?

**CONECTOR**  
Consigue una hoja de cualquier árbol y escribe la palabra ADAPTACIÓN.

**PREGUNTA 4**  
¿QUÉ ES UN ORGANISMO QUIMIOAUTÓTROFO?

**CONECTOR**  
Consigue un emblema de la universidad.

**PREGUNTA 5**  
¿QUÉ ES UN ORGANISMO QUIMIOAUTÓTROFO?

**CONECTOR**  
Consigue una hoja de cualquier árbol y escribe la palabra ADAPTACIÓN.

**PREGUNTA 6**  
DA TRES EJEMPLOS DE ORGANISMOS FOTOAUTÓTROFOS UNICELULARES

**CONECTOR**  
Elabora con una hoja de papel un cubo

**PREGUNTA 7**

¿QUÉ PIGMENTOS TIENEN LAS BACTERIAS VERDES Y ROJAS O PÚRPURAS?

CONECTOR

Dibuja una caricatura de una manzana con una bacteria comiéndosela

**PREGUNTA 8**

MENCIONA DOS PIGMENTOS QUE SE ENCUENTRAN EN LAS CIANOBACTERIAS

CONECTOR

Escribe en una hoja de papel de baño las palabras.

Yo ♥ a las cianobacterias.

**PREGUNTA 9**

¿A QUÉ SE DEBE QUE EL MAR ROJO RECIBA ESTE NOMBRE?

CONECTOR

Trae cualquier objeto de color rojo

**PREGUNTA 10**

¿QUÉ ES UN ORGANISMO HETERÓTROFO?

CONECTOR

Escribe un chiste que tenga que ver con el concepto de biodiversidad.

**PREGUNTA 11**

¿POR QUÉ EL OXÍGENO ES IMPORTANTE PARA LOS ORGANISMOS HETERÓTROFOS?

CONECTOR

Consigue un dulce con envoltura roja.

**PREGUNTA 12**

MENCIONA LAS DOS ENZIMAS QUE PARTICIPAN EN LA INHABILITACIÓN DE LOS RADICALES LIBRES, PELIGROSOS PARA LOS ORGANISMOS HETERÓTROFOS AEROBIOS

CONECTOR

Consigue un boleto del metro y escribe la palabra RADICALES LIBRES= PELIGRO

**PREGUNTA 13**

ESCRIBE 2 EJEMPLOS DE HETERÓTROFOS UNICELULARES Y 3 EJEMPLOS DE HETERÓTROFOS PLURICELULARES

CONECTOR

Realiza el dibujo de cualquier heterótrofo.

**PREGUNTA 14**

¿CÓMO SE ORIGINARON LOS ORGANISMOS FOTOAUTÓTROFOS EUCARIÓTICOS?

**CONECTOR**

En un celular (teléfono) escribe las palabras "DIVERSIDAD METABÓLICA DE ALGAS Y PLANTAS".

**PREGUNTA 15**

MENCIONA AL GRUPO DE ORGANISMOS FOTOAUTÓTROFOS EUCARIÓTICOS QUE PUEDEN SER TANTO UNICELULARES Y PLURICELULARES

**CONECTOR**

Escribe lo que entiendes por diversidad metabólica

**PREGUNTA 16**

MENCIONA AL GRUPO DE ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS EUCARIÓTICOS QUE PUEDEN SER SÓLO PLURICELULARES

**CONECTOR**

Un integrante del equipo debe llevar en la mejilla derecha la huella de unos labios anchos y con lápiz labial rojo.

**PREGUNTA 17**

MENCIONA DE DÓNDE SE PUEDE OBTENER LA ENERGÍA

**CONECTOR**

Consigue una hoja ancha de un árbol, y escribe la palabra "Diversidad de organismos= diversidad metabólica" con tinta roja

**PREGUNTA 18**

¿CUÁLES SON LAS CUATRO PRINCIPALES ESTRATEGIAS BÁSICAS QUE PRESENTAN LAS BACTERIAS?

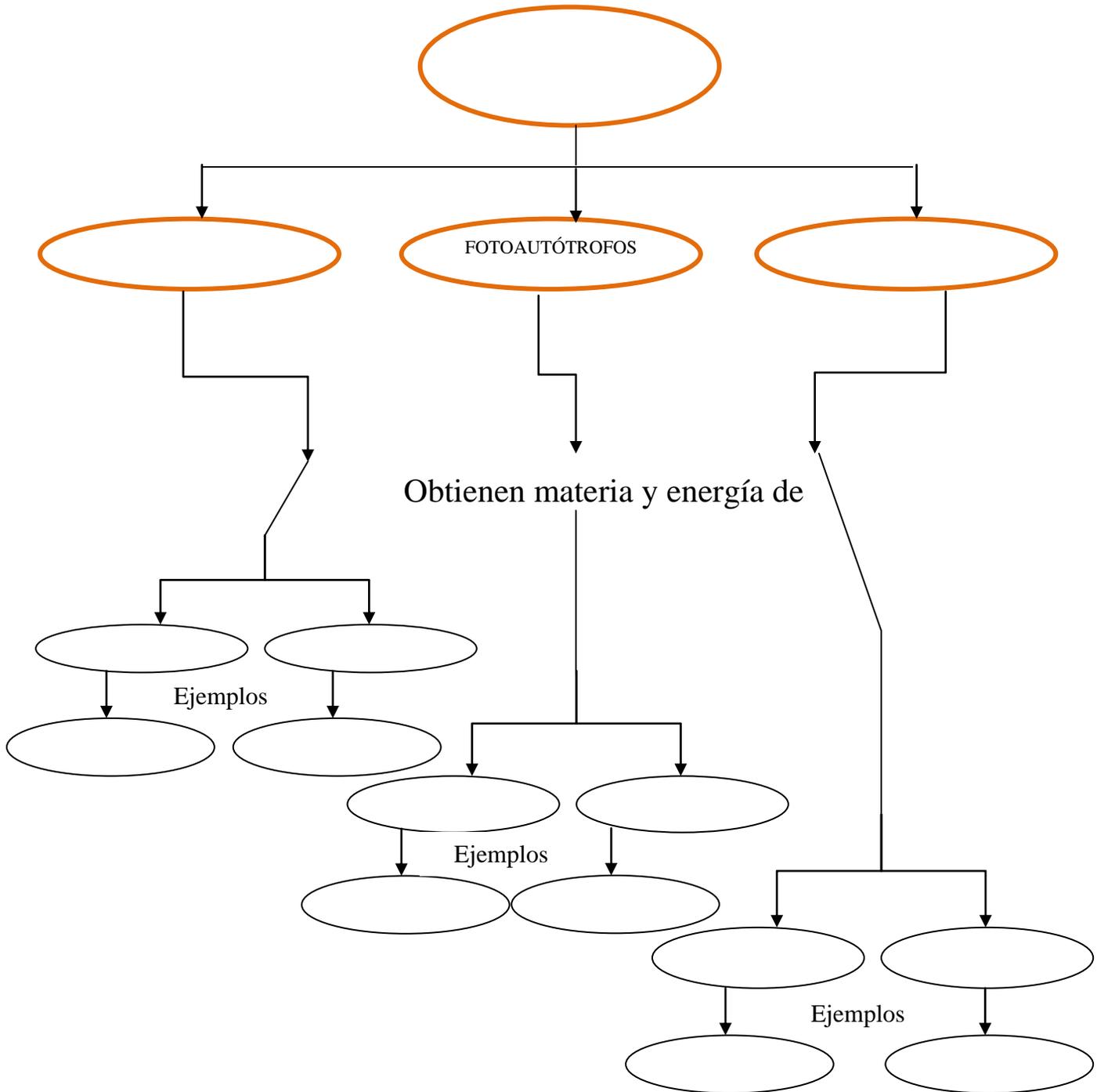
**CONECTOR**

Con una hoja de papel elabora una figura geométrica de un cono y alrededor de este escribe tu opinión sobre la actividad considerando si fue o no propicia para que aprendieras algo.

**\*ELABORA UN MAPA CONCEPTUAL DEL TEMA**

ALUMNO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

INSTRUCCIONES: Elabora un mapa conceptual o mental del tema, puedes utilizar el esquema o proponer uno nuevo.



## RALLY SOBRE EL TEMA DE METABOLISMO

### INSTRUCCIONES

- Organizar en equipos de 4 personas
- Distribuir material a cada equipo
- Cada ficha deberá contener en el espacio indicado la respuesta a la pregunta y ser acompañado de la condición del conector.
- Es preciso que cada equipo se concentre en su trabajo y no preguntar a otro equipo.

### REGLAS DEL JUEGO:

- Dar respuestas claras y precisas en cada pregunta.
- Cumplir con el conector.
- Gana el primer equipo que logre responder sus preguntas cubriendo todos los conectores planteados en cada cuestión.

### EVALUACIÓN:

- Esta actividad se realizará a modo de evaluación del tema, así que para el equipo ganador tendrá 5 puntos, el segundo lugar 3 y el tercero 2.



¿Para qué le sirve a los organismos vivos la energía?

Respuesta

ACOMPÑE su respuesta con una fotografía.

Nombre del equipo



¿Qué es el metabolismo?

Respuesta

ACOMPÑE su respuesta con una flor tridimensional de papel.

Nombre del equipo



¿Cómo adquieren la energía los organismos fotoautótrofos?

Respuesta

ACOMPÁÑE su respuesta con una figura de papiroflexia

Nombre del equipo



Escribe dos ejemplos de organismos fotoautótrofos

Respuesta

ACOMPÁÑE su respuesta con una declaración de amor

Nombre del equipo



¿Cuál es la importancia de la fotosíntesis?

Respuesta

ACOMPÁÑE su respuesta con una liga

Nombre del equipo



Menciona los productos que se obtienen de la fotosíntesis

Respuesta

ACOMPÁÑE su respuesta con la elaboración de un acróstico con la palabra FOTOSÍNTESIS

Nombre del equipo



¿Cuál es la función de una enzima?

Respuesta

*ACOMPañE su respuesta con un acróstico utilizando la palabra ENZIMA*

Nombre del equipo



¿Que nombre reciben a las reacciones de degradación?

Respuesta

*ACOMPañE su respuesta con dos estrofas de una canción de amor*

Nombre del equipo



¿Qué nombre reciben las reacciones de biosíntesis?

Respuesta

*ACOMPÑE su respuesta con un ejemplo de lo que se pregunta*

Nombre del equipo



¿Puede ser irreversible una vía metabólica?

Respuesta

*ACOMPÑE su respuesta con una explicación ilustrada de lo que significa vía metabólica.*

Nombre del equipo



Es la parte de la célula dónde se genera el ATP

Respuesta

*ACOMPÑE su respuesta con el dibujo de una mitocondria*

Nombre del equipo



¿Existe una proteína transportadora de acetil-CoA en la membrana mitocondrial?

Respuesta

*ACOMPÑE su respuesta con un dibujo de un alimento que contenga proteínas.*

Nombre del equipo

**ANEXO 13**  
**APÉNDICE A**

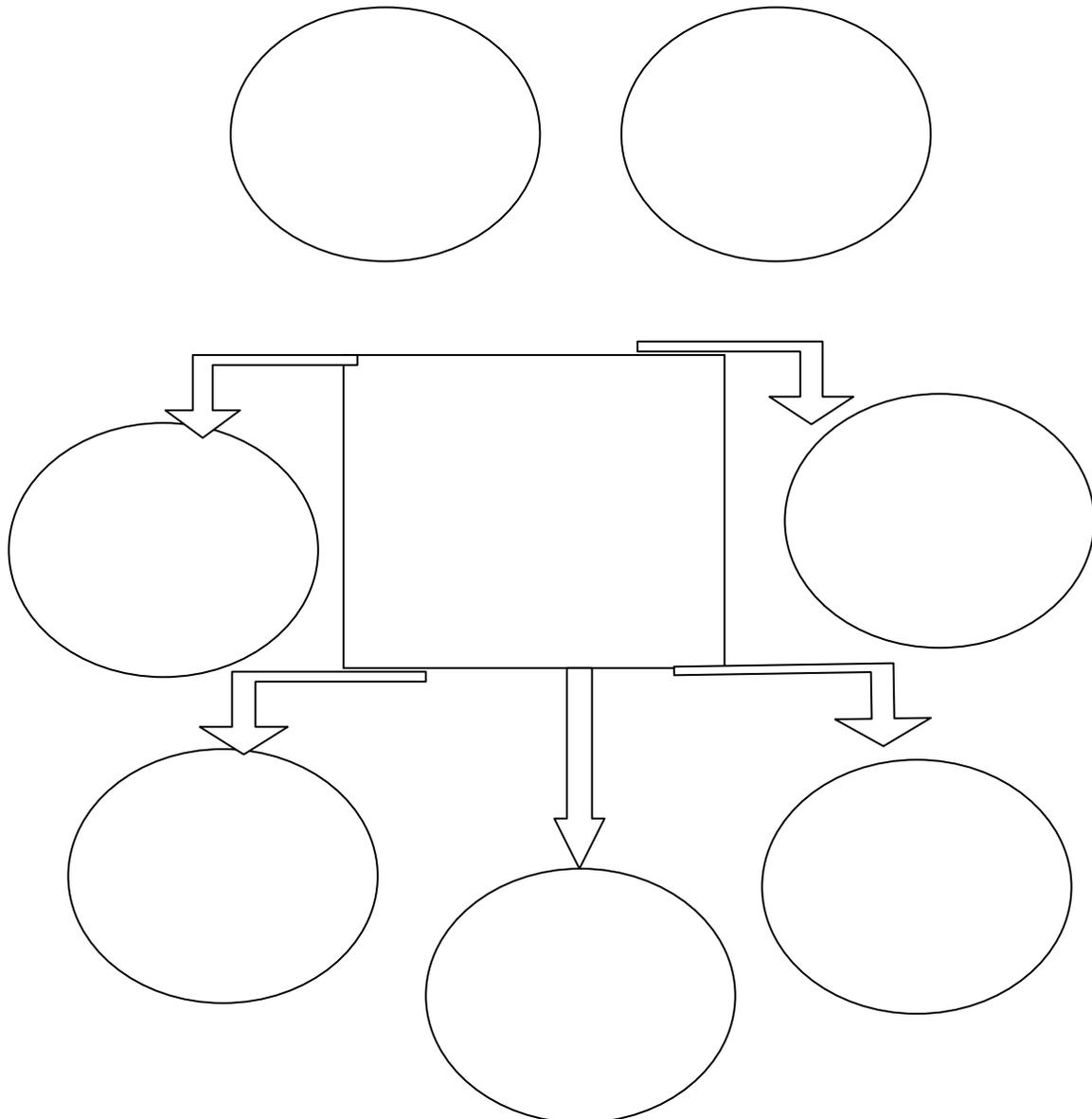
MATERIAL DIDÁCTICO UTILIZADO EN LA INTERVENCIÓN PEDAGÓGICA  
SESIÓN 11 y 12

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
Biología III, Unidad I ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

**“ELABORA UN MAPA MENTAL SOBRE LA FOTOSÍNTESIS”**  
(Actividad de inicio)

Alumno: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_ fecha: \_\_\_\_\_

INSTRUCCIONES: Elabora Un mapa mental sobre la fotosíntesis, para ello puedes seguir el siguiente formato o puedes diseñar tu propio esquema. Recuerda responder la siguiente pregunta ¿Cómo se lleva a cabo la fotosíntesis?



## EJERCICIO INTERPRETACIÓN DE ESQUEMAS

INSTRUCCIONES: Después de haber formado equipos de 4 personas, observarán, analizarán, discutirán hasta llegar a una conclusión la que deberán decir al profesor para que les proporcione una segunda lámina de análisis. La actividad se evaluará según las explicaciones correctas que dé el equipo.

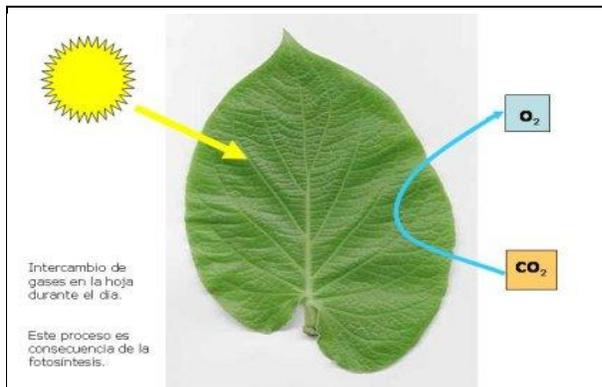


Lámina 1

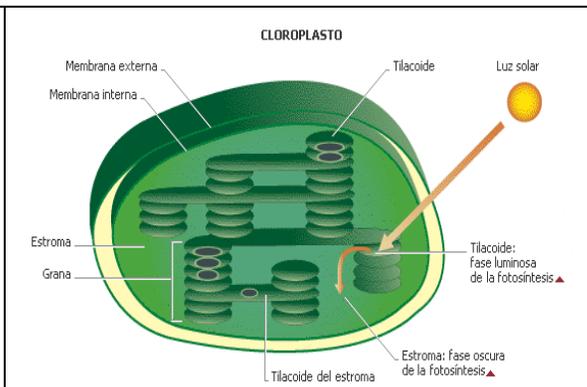


Lámina 2



Lámina 3

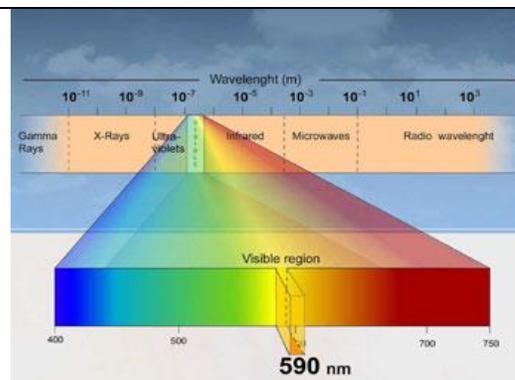


Lámina 4

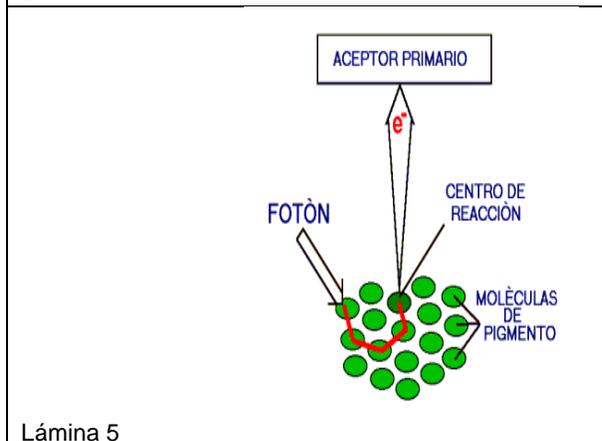


Lámina 5

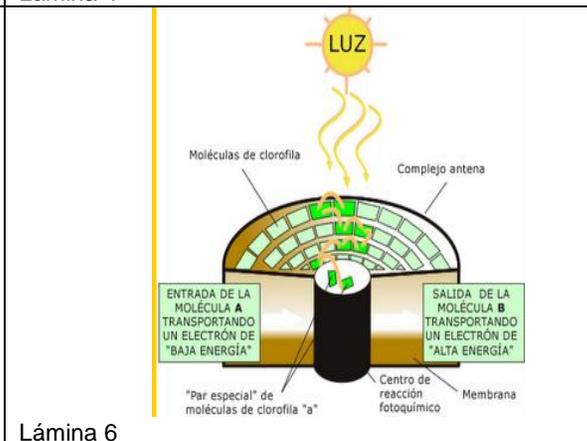


Lámina 6

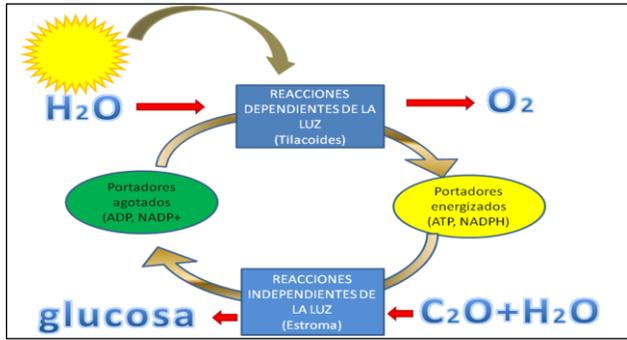


Lámina 7

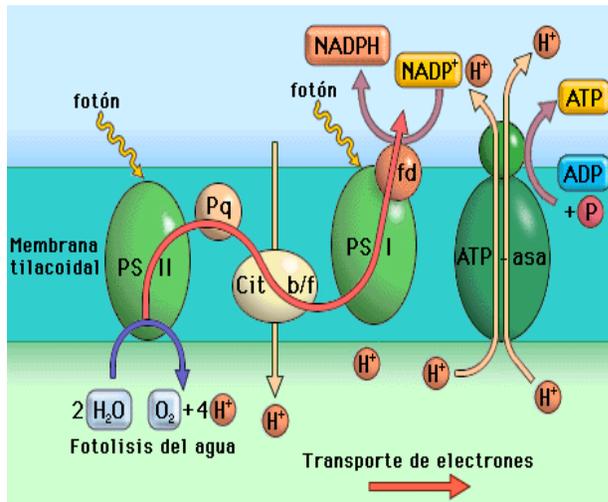


Lámina 9

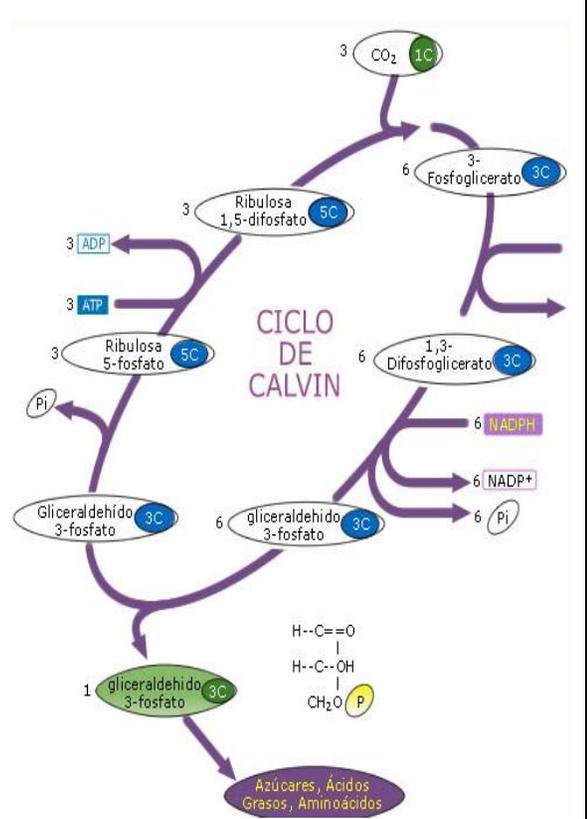


Lámina 8



## ANEXO 14

### APÉNDICE A

MATERIAL DIDÁCTICO UTILIZADO EN LA INTERVENCIÓN PEDAGÓGICA  
SESIÓN 13 y 14

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
Biología III, Unidad I ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

---

Alumno: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

INSTRUCCIONES: lee cuidadosamente y responde lo que se te pide

#### “UNA PRÁCTICA DE CAMPO SIGNIFICATIVA”

Pancho, Adelita y José, son un grupo de amigos que estudian en el CCH, Naucalpan. Su profesor de Biología, Federico Santos organiza una práctica de campo a Veracruz. Después de mucho tiempo de preparación, por fin, llega el ansiado día a las 7:00 am. Son citados en el metro Revolución donde el autobús espera a los alumnos, quienes corriendo llegan cargados de dos o tres maletas, mientras el profesor pasa lista de asistencia.

7:10 am, el autobús parte hacia el destino acordado. Durante el trayecto el profesor va indicando los lugares, pide a los alumnos registren en su bitácora la hora y lugar de salida, las carreteras que se van tomando, el tipo de vegetación, los poblados, el número de habitaciones etc.

Durante el trayecto hay algunas paradas: en un lago que está dentro de un cráter; en un jardín botánico; un Museo de Ciencias en donde hay una actividad por hacer.

Después de un ajetreado día, a las 21:00 horas llegan al hotel donde se hospedarán, los 20 alumnos muestran cansancio, ganas de bañarse y cenar algo. Antes de que los alumnos se retiren a sus habitaciones se les cita al siguiente día a las 5:00 am dentro del autobús para salir rumbo a Salto de Eyipantla, donde se hará un transecto.

El trabajo transcurre con calma hasta que de pronto unos gritos desgarradores se escuchan, todos espantados acuden al lugar donde un alumno tirado en el suelo se toma fuertemente de la pierna derecha, llora y a su lado se encuentran Adela y Pancho.

El profesor pide que le abran paso observa la herida mientras los compañeros le platican que se encontraban removiendo con las manos un montón de leños con hierbas secas y de pronto encontraron un nido, movidos por la curiosidad nunca se percataron que una víbora estaba cerca, vigilando su nido, atacándolos de sorpresa logra clavarle los colmillos a José, en cuestión de segundos los colmillos grandes y afilados se incrustan en el colágeno de su piel y al parecer los tendones, ligamentos y cartílagos estaban bien. Pero parte del colmillo quedó incrustado, la queratina que lo compone se había roto y lo dejó en la herida. Gracias a ello el profesor pudo determinar que se trataba de una Nauyaca.

Agitado José, busca ayuda pues siente desmayarse, la hemoglobina de los eritrocitos tarda en **transportar** el oxígeno.

En el nido, ahora abandonado encontramos tres huevos, uno de ellos roto, con la albúmina **nutriente** y **reserva** del embrión, regada por todas partes.

El profesor toma la pierna de José y pide que la extienda y la contraiga, para verificar si la miosina y la actina continúan **móviles**.

Al hacer esto el profesor le dice no te preocupes, tus defensas las inmunoglobulinas, se van a encargar de protegerte la herida mientras llegamos al médico y te curan. Habrá que ponerte un torniquete para evitar que la herida sangre, el fibrinógeno y la trombina se encarguen de **coagularla** e impedirán su pérdida.

Debido al susto las hormonas, como la insulina que **regula** el metabolismo de la glucosa, se encargan de proveer a José de energía extra.

De inmediato la práctica se suspende porque deben acudir a la estación biológica de los Tuxtlas, para que le suministren a José el **suero** antiviperino.

**RESUELVE**

En el texto en negritas se encuentran algunas proteínas y las funciones. Identifícalas y colócalas en el siguiente cuadro.

FUNCIÓN	TIPO DE PROTEÍNA
Enzimas	
De transporte	
Nutrientes o de reserva	
Contráctiles o motiles	
Estructurales	
Defensa	
Reguladoras	

Conoces algunas otras proteínas y su función escríbelas aquí

FUNCIÓN	TIPO DE PROTEÍNA

- Discusión grupal de la actividad

## PRÁCTICA DE LABORATORIO "Extracción de ADN de Células eucariotas vegetal y animal"<sup>3</sup>

### INTRODUCCIÓN

El ácido desoxirribonucleico (ADN) es la molécula que contiene la información genética de los organismos vivos y de algunos virus. El ADN controla la fabricación de proteínas, así como cuándo se deben sintetizar. Como las proteínas forman el material del que están hechas las células, y además regulan las reacciones químicas que se llevan a cabo ahí dentro, resulta que los genes controlan indirectamente todas las actividades de una célula, y por tanto, de todo organismo vivo

Es importante recordar que, en 1869, Friedrich Miescher detectó esta biomolécula en el núcleo celular y Oswald Avery y sus colaboradores descubrieron, en 1944, que el material genético está formado por ADN. Así como, que James D. Watson y Francis Crick propusieron, en 1953, un modelo para el ADN, considerando que esta molécula está formada por dos cadenas de nucleótidos para formar una doble hélice que recuerda una "escalera de caracol", lo que les permitió obtener el premio Nobel en 1962.

Actualmente, la manipulación del ADN ha permitido el desarrollo de una variedad de técnicas conocidas como ingeniería genética para la creación de organismos transgénicos, la secuenciación del material genético de diversas especies, la fabricación de vacunas recombinantes o el diagnóstico de enfermedades genéticas, entre otros.

Para poder llevar a cabo estos estudios es necesario obtener una muestra de ADN y una forma es extrayéndolo de las células de interés. En esta práctica, la extracción de ADN de una muestra celular se basa en el hecho de que los iones salinos son atraídos hacia las cargas negativas del ADN, permitiendo su disolución y posterior extracción de la célula. Se empieza por lisar (romper) las células mediante un detergente, vaciándose su contenido molecular en una disolución amortiguadora de pH en la que se disuelve el ADN. En ese momento, el amortiguador contiene ADN y toda una mezcla de restos moleculares: ARN, carbohidratos, proteínas y otras sustancias en menor proporción. Las proteínas asociadas al ADN, de gran longitud, se habrán fraccionado en cadenas más pequeñas y separadas de él por acción del detergente. Sólo queda, por tanto, extraer el ADN de esa mezcla del amortiguador y detergente, para lo cual se utiliza etanol. Así mismo, se sabe que el carácter ácido del ADN le permite ser identificada con colorantes básicos como el anaranjado de acridina o el rojo de fenol.

### OBJETIVOS

- Utilizar una técnica sencilla para poder extraer el ADN de algunas células eucariotas: animales y vegetales para confirmar su estructura fibrilar.
- A partir de una comparación cualitativa de la cantidad de ADN obtenido en cada una de las muestras biológicas inferir que la cantidad de ADN en los organismos es diferente dependiendo de la especie

### MATERIAL Y EQUIPO

MATERIAL Y EQUIPO DE LABORATORIO	MATERIAL BIOLÓGICO	SUSTANCIAS	OTRO
<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 microscopio óptico</li><li>• 1 probeta graduada de 100 ml</li><li>• 1 probeta de 10 ml</li><li>• 2 vasos de precipitados de 250 ml</li><li>• 1 mortero</li><li>• 1 varilla de vidrio</li><li>• 1 gotero</li><li>• 1 cubreobjetos</li><li>• 1 portaobjetos</li><li>• 1 balanza</li><li>• 1 embudo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 10 g de hígado de pollo.</li><li>• 10 g de chícharos, habas verdes, plátano, kiwi o papa.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Agua destilada.</li><li>• Solución de cloruro de sodio (NaCl) al 10%</li><li>• Solución de bicarbonato de sodio al 8%.</li><li>• Etanol frío.</li><li>• Anaranjado de acridina.</li><li>• Detergente líquido "Dawn"</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arena fina y limpia</li><li>• Un trapo de algodón.</li><li>• Bata de laboratorio</li></ul>

 Revisa que el material y el equipo este limpio y en buen estado. Antes y cada vez que lo utilices lávalo para no contaminar las sustancias, el material biológico y no interferir en los resultados.

 El etanol debe estar a 4°C, por lo menos 1 hora antes de iniciar la práctica y permanecer en hielo durante toda la actividad.

<sup>3</sup> Actividad proporcionada por el MADEMS Juan Carlos Pérez Vertti Rojas, profesor del CCH Naucalpan

## PROCEDIMIENTO

1. De acuerdo a **la muestra de material biológico** que le tocó trabajar a tu equipo realiza lo siguiente:
  - Corta un pedazo de hígado limpio y sin grasa.
  - Saca de la vaina los chícharos o a las habas.
  - Quítale la cáscara a la papa, kiwi y plátano.
2. Pesa 10 g de la muestra.
3. Tritura la muestra en un mortero. Añade una pizca de arena para que al triturar se puedan romper las membranas y liberar los núcleos de las células.
4. Añade al triturado, 30 ml de agua destilada. Mover hasta hacer una especie de papilla o puré.
5. Con ayuda de un embudo y de un pedazo de trapo de algodón, filtra 3 veces el triturado para separar los restos de tejidos y la arena. Mide el volumen del filtrado con una probeta y colócalo en un vaso de precipitados de 250 ml.
6. Añade al filtrado un volumen igual de la solución de cloruro de sodio al 10%. Con esto conseguirás producir el estallido de los núcleos para liberar **las fibras de cromatina**.
7. Mide en una probeta 5 ml del detergente líquido, añádelo al filtrado y agita **suavemente**, para evitar la formación de espuma, con la varilla de vidrio. La acción del detergente es formar un complejo con las proteínas y separarlas del ADN. Así quedará el ADN libre de las proteínas que tiene asociadas.
8. Adiciona a la mezcla 20 ml de la solución de bicarbonato de sodio al 8% para formar un amortiguador de pH.
9. Adiciona **lentamente** 50 ml de etanol frío. Hay que hacerlo de forma que el alcohol resbale por las paredes del vaso y se formen **dos capas**. Si no se forman las dos capas deja reposar la mezcla unos minutos. En la interfase, precipita el ADN, unas fibras blancas, visibles a simple vista, que son el resultado de la agrupación de muchas fibras de ADN.
10. Con ayuda de un gotero toma una muestra de las fibras, deposítalas sobre un portaobjetos.
11. Añádeles una gota de anaranjado de acridina y coloca un cubreobjetos.
12. Observa los filamentos de ADN al microscopio óptico con el objetivo de 40x.

## RESULTADOS

1. Dibuja tus observaciones al microscopio óptico.

## PREGUNTAS PARA EL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y ENTREGA DEL TRABAJO

1. Con tus propias palabras describe el ADN obtenido.
2. Por qué si se utilizó la misma cantidad de las muestras biológicas no se obtuvo la misma cantidad de ADN.
3. ¿Cómo determinarías que lo que se obtuvo mediante esta técnica fue ADN y no proteínas u otro tipo de sustancias?

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Arrambari, R. G. *et al.* Paquete didáctico para Biología I y II. Laboratorio LACE, SILADIN. CCH Oriente, UNAM. 1998. pp.: 85- 91
- Dávila, C. M. E. y Marmolejo, S. C. "EXTRACCIÓN Y AISLAMIENTO DEL ADN DE CÉLULAS ANIMALES Y VEGETALES". CCH Naucalpan, UNAM. Octubre de 2000.  
[www.arrakis.es/~lluengo/biologia.html](http://www.arrakis.es/~lluengo/biologia.html)
-

**ANEXO 15**  
**APÉNDICE A**

MATERIAL DIDÁCTICO UTILIZADO EN LA INTERVENCIÓN PEDAGÓGICA  
SESIÓN 15

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
Biología III, Unidad I ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?

**EJERCICIO DE EVALUACIÓN DEL TEMA**

Alumno: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

**PRIMERA PARTE**

1. Describe el diseño experimental utilizado en la práctica de laboratorio (Se te sugiere que elabores un esquema para facilitar tu explicación)
2. Escribe lo que se te indica en el siguiente cuadro de resultados

CONDICIONES	COLOR DE LA SOLUCIÓN		PH DE LA SOLUCIÓN	
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
Frasco experimental				
Frasco testigo I				
Frasco testigo II				

**SEGUNDA PARTE**

3. Formula una hipótesis sobre el experimento, e identifica las variables señaladas a continuación:

a). HIPÓTESIS:

b). VARIABLE INDEPENDIENTE:

c). VARIABLE DEPENDIENTE

4. Contesta el siguiente cuestionario

1. ¿Qué proceso metabólico se demostró en el experimento?
2. ¿Por qué utilizar una planta acuática y no una terrestre?
3. ¿Por qué se utilizó la elodea sólo en un frasco en el experimento?
4. ¿Por qué exhalaste en uno de los frascos y en los otros no?
5. ¿Qué función tuvo la solución de col morada?
6. ¿Cuál fue el papel de las enzimas en el experimento?

7. La reacción metabólica demostrada con el experimento fue exergónica o endergónica. Argumenta tu respuesta.
8. ¿Cuáles reactivos y productos reconoces en el experimento?
9. ¿En el experimento se dio la producción de ATP?
10. ¿Cómo explicas que se esté cumpliendo la segunda ley de la termodinámica aún cuando la lentejilla es una estructura altamente organizada?
11. Discute tus resultados de cada una de las muestras.

### **TERCERA PARTE**

5. Elabora un reporte de la práctica que incluya los siguientes puntos:

#### I. Introducción

- Marco teórico de referencia
- Objetivos del experimento
- Hipótesis

#### II. Diseño experimental

- Metodología empleada
- Material utilizado

#### III. Resultados

#### IV. Análisis de resultados

#### V. Discusión

#### VI. Conclusión

#### VII. Bibliografía

### **CUARTA PARTE**

1.- Evaluación escrita y oral de la actividad

**CUESTIONARIO DE DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS**

INSTRUCCIONES: responde las siguientes preguntas de forma clara y lo más extensa posible.

**DATOS PERSONALES**

1. ALUMNO: \_\_\_\_\_ GÉNERO: \_\_\_\_\_ EDAD: \_\_\_\_\_

2. FECHA DE NACIMIENTO: \_\_\_\_\_ NACIONALIDAD: \_\_\_\_\_

3. DOMICILIO: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Actualmente vives con... \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. ¿A qué se dedican tus padres y hermanos? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**DATOS ACADÉMICOS**

6. Materias que cursarás en este semestre:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7. Menciona las materias no acreditadas hasta el momento

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8. ¿Qué profesión universitaria te gustaría estudiar?

---

---

9. ¿Quién o quienes te apoyan en tus estudios?

---

---

10. ¿Qué promedio tienes hasta el momento?

---

11. ¿Te gusta la Biología?

---

---

12. ¿Por qué elegiste estudiar esta materia?

---

---

13. ¿Con qué actividades consideras que te es más fácil aprender los temas de Biología?

---

---

14. ¿Tienes algún problema para trabajar en equipo?

---

---

15. ¿Tienes computadora en casa y acceso a internet?

---

---

### **PASATIEMPOS**

16. ¿Qué te gusta hacer en tus ratos libres?

---

---

17. ¿En qué tipo de habilidades te consideras muy bueno (a)?

---

---

18. ¿Qué tipo de habilidades posees que te pueden ayudar en la materia de Biología?

---

---

19. ¿Qué actividades te gustaría realizar en esta materia a lo largo del semestre?

---

---

### **METAS ACADÉMICAS**

20. ¿Qué calificación quieres obtener en la materia?

---

---

21. ¿Qué estás dispuesto(a) a hacer para lograrlo?

---

---

**CUESTIONARIO DE CONOCIMIENTOS DECLARATIVOS SOBRE METABOLISMO  
(CCDM)**

ALUMNO: \_\_\_\_\_ GRUPO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Escribe en el paréntesis la letra que corresponda a la respuesta correcta.

- 1.( ) Es la unidad fundamental de los seres vivos:  
A). EL DNA                      B). Las biomoléculas                      C). La célula                      D). El RNA
- 2.( ) Se conoce como la variedad de formas fenotípicas y genotípicas que habitan en nuestro planeta.  
A). Biodiversidad                      B). Población                      C). Adaptación                      D). Ecosistemas
- 3.( ) Son organismos pluricelulares que extraen, transforman y usan la energía de su entorno y el CO<sub>2</sub> como fuente de carbono.  
A). Protistas                      B). Organismos vivos                      C). Plantas                      D). Bacterias Fotosintéticas
- 4.( ) Se define como la capacidad de realizar un trabajo.  
A). La energía                      B). Una reacción                      C). El desplazamiento                      D). La fuerza
- 5.( ) Una fórmula química esta integrada por los siguientes elementos:  
A). Reactivos, productos                      B). Sólo productos                      C). Sólo reactivos                      D). Reactivo, tipo de energía, producto
- 6.( ) Todas las reacciones químicas requieren de un aporte inicial de energía para ponerse en marcha. Este "empujón" se llama:  
A). Energía cinética                      B). Energía de activación                      C). Energía libre                      D). Energía química
- 7.( ) Las reacciones que liberan energía se denominan:  
A). Endergónicas                      B). Exergónicas                      C). Acopladas                      D). De síntesis
- 8.( ) A la premisa "La energía no puede ser creada ni destruida" se le conoce como:  
A). Segunda Ley de la Termodinámica                      B). Ley de la entropía                      C). Tercera ley de la Termodinámica                      D). Ley de la conservación de la Energía
- 9.( ) "Moléculas portadoras de energía" que usan las células para transferir la energía  
A). Carbohidratos                      B). ATP, NAD<sup>+</sup>, FAD                      C). Lípidos                      D). DNA y RNA
- 10.( ) Una proteína esta constituida por monómeros de:  
A). Ácidos grasos                      B). Aminoácidos                      C). Monosacáridos                      D). Bases Nitrogenadas

- 11.( ) Son componentes de una reacción enzimática  
A). Proteína y Sitio activo      B). Sitio activo y sustrato      C). Sustrato y producto      D). Sustrato, Producto, y sitio activo
- 12.( ) La función de una enzima es disminuir la energía de activación necesaria para descomponer o sintetizar una molécula logrando una mayor rapidez  
A). Falso      B). Verdadero
- 13.( ) Las enzimas tienen la capacidad de regular su actividad mediante dispositivos existentes en las células  
A). Falso      B). Verdadero
- 14.( ) Nombre que recibe a todo el conjunto de reacciones que suceden en un ser vivo, la mayor parte de ellas catalizadas por las enzimas.  
A). Homeóstasis      B). Nutrición      C). Metabolismo      D). Crecimiento
- 15.( ) Existen miles de reacciones químicas catalizadas por enzimas y organizadas en secuencias y sitios diferentes en el interior de las células, donde el producto de una reacción pasa a ser el reactivo de la siguiente esto se conoce como:  
A). Ruta metabólica      B). Transferencia de energía      C). Reacción exergónica      D). Anabolismo
- 16.( ) Son organismos que obtienen su energía a partir de una fuente química  
A). Quimiótrofo      B). Fotótrofo      C). Autótrofo      D). Heterótrofo
- 17.( ) Utilizan como fuente de carbono al  $\text{CO}_2$  a partir del cual sintetizan con energía lumínica a las moléculas Orgánicas, se conocen como:  
A). Quimiótrofo      B). Fotótrofo      C). Autótrofo      D). Heterótrofo
- 18.( ) La glucólisis se realiza en el citoplasma celular  
A). Cierto      B). Falso
- 19.( ) En las reacciones luminosas de la fotosíntesis se liberan electrones a partir de la ruptura del agua  
A). Cierto      B). Falso
- 20.( ) Los seres vivos respiran para obtener energía  
A). Cierto      B). Falso
- 21.( ) El mecanismo por el cual la secuencia de nucleótidos en el RNA mensajero dicta la secuencia en la que se unen los aminoácidos en una proteína. Se conoce como:  
A). Replicación      B). Traducción      C). Duplicación      D). Transcripción
- 22.( ) Segmento de DNA que codifica la información para la síntesis de una proteína  
A). Gen      B). Fragmento de Okazaki      C). Cromosoma      D). Centrómero

---

**LISTA DE COTEJO DE LA ACTUACIÓN DOCENTE O GUÍA DE EVALUACIÓN CONTINUA**

## Datos de la profesora y sesión

PROFESORA: \_\_\_\_\_ GRUPO: 594 FECHA: \_\_\_\_\_ SESIÓN No. \_\_\_\_\_

TEMA: \_\_\_\_\_

OBJETIVO: \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Responder con una cruz en el espacio SI ó NO, según tus observaciones sobre la actuación del docente en esta sesión.

LA PROFESORA...	SI	NO	OBSERVACIONES
<b>Al inicio de la sesión</b>			
Estableció los propósitos de la sesión			
Detectó los conocimientos previos de los alumnos			
<b>Durante el desarrollo</b>			
Fue congruente en la presentación de los contenidos			
Definió claramente los conceptos utilizados			
Relacionó los conceptos con la vida cotidiana del estudiante			
Las actividades fueron propicias para promover el aprendizaje			
Utilizó apoyos didácticos congruentes al tema			
Resolvió adecuadamente los imprevistos			
Atendió las demandas de los estudiantes			
Favoreció un clima de preguntas y respuestas			
<b>Al finalizar la sesión</b>			
Realizó un resumen o conclusión del tema			
Verificó el aprendizaje en los alumnos			
Revisó los trabajos (tareas) en tiempo y forma			
Las actividades propuestas fueron adecuadas para el nivel cognitivo de los alumnos			
Las actividades fueron motivantes para los estudiantes en el transcurso de la clase			
Las actividades fomentaron el aprendizaje de valores			
Las actividades promovieron el trabajo en equipo			
Las actividades promovieron habilidades procedimentales			
<b>Sugerencias</b>			
Qué adecuaciones (si es que las hay) se podrían hacer a la propuesta didáctica del profesor			



**ANEXO 5**

**APENDICE B**

FORMATO PARA REGISTRAR LAS EVALUACIONES DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN CLASE

**FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADOS EN CLASE**

PROFESORA: \_\_\_\_\_ GRUPO: \_\_\_\_\_

	Actividad y evaluaciones																			
Nombre del alumno																				
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				

