



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**  
**Maestría en Docencia para la Educación Media Superior**

“Propuesta de actividades experimentales como estrategia  
didáctica en la enseñanza del tema “Respiración Celular” del  
Bachillerato Universitario”

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA  
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR CON  
ESPECIALIDAD EN BIOLOGÍA  
P R E S E N T A  
**BIÓL. LUIS ALEJANDRO CASTELÁN SÁNCHEZ**

**DIRECTOR DE TESIS**  
**DR. JORGE RICARDO GERSENOWIES RODRÍGUEZ**

**COMITÉ TUTORAL**  
**DRA. ARLETTE LÓPEZ TRUJILLO**  
**DR. ARTURO SILVA RODRÍGUEZ**

**Los Reyes Iztacala, Edo. de México, 2011**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

**“La base del aprendizaje es la experiencia...”  
“El aprendizaje cuesta caro, y siempre se paga”  
“Aprender sin pensar es inútil; pensar sin aprender, peligroso.”**

**Confucio**

### ***Agradecimientos***

***Al Dr. Jorge Ricardo Gersenowies Rodríguez por su valiosa asesoría, tiempo y compromiso para la realización de este trabajo.***

***Al jurado evaluador, Dra. Arlette López Trujillo, Dr. Arturo Silva Rodríguez, Dra. María Genoveva González Morán y Dr. David Ochoa Solís por sus comentarios y aportaciones al presente trabajo de tesis.***

***Al Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Naucalpan y Azcapotzalco por el apoyo y facilidades para la concretar mis estudios de maestría.***

***A todos mis profesores de la MADEMS que de una u otra manera me han ayudado a crecer y que me han mostrado que la enseñanza se basa en un aprendizaje continuo.***

***A cada uno de mis compañeros, Gaby Govantes, Gaby Gómez, Alejandra, Diana, Melly, Julio, Ricardo, Diego, Arturo, Eduardo, Saúl y Héctor porque formamos un gran grupo, no sólo de compañeros, sino de buenos amigos.***

***A mi familia gracias por su comprensión al apoyarme para realizar las múltiples tareas de la maestría.***

***Y en general a todos aquellos que directa o indirectamente con su apoyo incondicional han contribuido de alguna manera a la realización y feliz término del presente trabajo. Muchas gracias.***

## INDICE

RESUMEN.....	5
CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN.....	6
CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO.....	16
2.1 Antecedentes.....	16
2.2 Conceptualización sobre la enseñanza y el aprendizaje.....	32
2.2.1 Enseñanza.....	32
2.2.1.1 Definición y características del concepto de enseñanza.....	32
2.2.1.2 Enseñanza en Ciencias.....	33
2.2.1.3 Enseñanza en el Colegio de Ciencias y Humanidades.....	34
2.2.2 Aprendizaje.....	40
2.2.2.1 Definición y características del concepto de aprendizaje.....	40
2.2.2.2 Constructivismo y aprendizaje significativo.....	40
2.2.2.4 Aprendizaje en el Colegio de ciencias y Humanidades.....	41
2.3 Estudios sobre el concepto de respiración.....	46
2.3.1 Hechos históricos acerca del concepto de Respiración.....	46
2.3.2 La modernidad y el concepto de Respiración.....	47
CAPITULO 3: HIPÓTESIS.....	53
CAPITULO 4: OBJETIVOS.....	54
CAPITULO 5: MÉTODO.....	55
5.1 Población.....	55
5.2 Criterios de selección de los grupos.....	56
5.3 Diseño de las actividades experimentales.....	56
5.4 Diseño de los instrumentos de medición.....	56
5.5 Diseño de la intervención.....	57
5.6 Análisis de datos.....	59
5.6.1 Test de opción múltiple.....	59
5.6.2 Cuestionario de opinión.....	59

CAPITULO 6: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	62
6.1 Validación de las respuestas proporcionadas por los alumnos en el pre-test y post-test.....	62
6.1.1 Grupos con la intervención.....	62
6.1.2 Grupos control.....	62
6.2 Comparación de la diferencia (post-test – pre-test) de calificaciones entre los grupos control y los grupos con intervención.....	63
6.3 Análisis de los resultados del cuestionario de opinión.....	64
CAPITULO 7: CONCLUSIONES.....	75
CAPITULO 8: ANEXOS.....	78
BIBLIOGRAFÍA.....	108

## RESUMEN

La estrategia propuesta en este trabajo fue la aplicación de actividades experimentales para promover el aprendizaje del tema "Respiración celular".

Los antecedentes indican que "las enseñanzas prácticas" en cualquier asignatura constituyen una actividad importante del aprendizaje, pues en ellas los alumnos entran en contacto con los métodos procedimentales y pueden desarrollar mejor su comprensión conceptual, pues, evitando que los conceptos abstractos de difícil visualización, sean aprendidos de memoria y que la práctica se realice como una receta, así, la comprobación experimental de un hecho es mucho más didáctica que su conocimiento a través de la lectura o la explicación verbal.

Se partió de la premisa que el trabajo de laboratorio promueve un mayor aprendizaje de los conceptos relacionados con el tema "Respiración celular".

De acuerdo a los resultados las pruebas estadísticas aplicadas no aportan los suficientes elementos para apoyar la hipótesis de que las actividades experimentales como estrategia didáctica permitieran un mejor aprendizaje del tema "Respiración celular", en comparación con los grupos en los cuales sólo se presentan de manera teórica los conceptos del tema. No obstante de acuerdo a las opiniones vertidas por los alumnos en los cuestionarios de opinión que fue aplicado a los grupos con intervención, se revela que en general los estudiantes consideran que la estrategia aplicada fue buena y que prefieren realizar dichas actividades prácticas como complemento a la parte teórica del tema, pues esto los motiva para querer aprender más.

## SUMMARY

The strategy proposed in this work was the application of experimental activities to promote the learning of the topic "Cellular breathing."

The antecedents indicate that the practical teachings in any subject constitute an important activity of the learning, because in them the students enter in contact with the procedural methods and they can develop their conceptual understanding better, because, avoiding that the abstract concepts of difficult visualization, be learned by heart and that the practice is carried out like a recipe, this way, the experimental confirmation of a fact is much more didactic than its knowledge through the reading or the verbal explanation.

We leave of the premise that the laboratory work promotes a bigger learning of the concepts related with the topic "Cellular breathing."

According to the results the applied statistical tests don't contribute the enough elements to support the hypothesis that the experimental activities as didactic strategy allowed a better learning of the topic "Cellular breathing", in comparison with the groups in which are only presented in a theoretical way the concepts of the topic. Nevertheless according to the opinions poured by the students in the opinion questionnaires that it was applied to the groups with intervention, it is revealed that in general the students consider that the applied strategy was good and that they prefer to carry out this practical activities as complement to the theoretical part of the topic, because this motivates them to want to learn more.

## **CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN**

La importancia del presente trabajo surge de la necesidad de buscar nuevas estrategias que propicien la adquisición de conocimientos, desarrollo de habilidades y la aplicación teórico-práctica en el aula-laboratorio. Lo anterior tiene como punto de partida las conclusiones generales de las reuniones de tutores en las que he tenido la oportunidad de participar, y que se realizan semestre a semestre en el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) plantel Naucalpan; donde se hace referencia a ciertos problemas detectados en los alumnos, entre los que podemos mencionar:

- Que no tienen una información homogénea (perfil de ingreso).
- Que la mayoría muestra una generalizada falta de interés académico.
- Que tienen deficiencias de comunicación oral y escrita.
- No utilizan estrategias adecuadas para lograr aprendizajes.
- Tienen un bajo nivel de conocimientos.
- Con el aumento de horas de clase, cuentan con menos tiempo para el estudio y cumplimiento de sus tareas.

Por su parte Anaya (2008) presenta algunas de las causas que explican la deficiencia de la enseñanza de las ciencias, y entre ellas están: currículos con una carga excesiva de contenidos, desfasados y poco relevantes para los estudiantes; escasa aplicación por parte del profesorado de un enfoque constructivista; no considerar las ideas previas de los alumnos, condición necesaria aunque no suficiente para favorecer un aprendizaje significativo. Tampoco tienen el objetivo de lograr el cambio conceptual, ni de enseñar a aplicar el saber científico a la realidad cotidiana. Además de estas causas en el CCH encontramos, ausentismo, arbitrariedad en la evaluación, desinterés en la enseñanza y falta de comunicación por parte del profesor. En el alumno se observa una carencia de hábitos de estudio, indiferencia o rechazo a la participación, problemas familiares y de salud entre otros.

La estrategia propuesta del presente trabajo pretende “motivar al alumno por medio de actividades recreativas y conectadas con su realidad.” De acuerdo a

la mayoría de los especialistas se puede definir la motivación como un conjunto de procesos implicados en la activación, dirección y persistencia de la conducta (García y Doménech, 1997).

En este mismo sentido, una materia experimental como la Biología, requiere ser apoyada con materiales que complementen la teoría con la práctica, solo de esta forma se puede lograr que el alumno adquiera conocimientos dentro de un contexto más real. Pues con dicha estrategia el alumno se siente motivado al darse cuenta que es “capaz” de aprender, comprender y utilizar contenidos complejos (Quesada, comunicación personal).

Por esto, se requieren aportes que apoyen la enseñanza de estos contenidos, y cuando hablamos de “didáctica” se tienen que considerar al menos los tres elementos esenciales del proceso enseñanza aprendizaje: el papel del profesor, las características del estudiante y del contenido, pues la interacción entre estos es lo que determinara, en mucho, la calidad de las actividades. Dado que el objetivo primordial de la enseñanza es que el estudiante aprenda la nueva información (Coll, 1998).

Si aprender es llevar el conocimiento nuevo a ocupar un lugar en la memoria a largo plazo y relacionarlo con la estructura cognoscitiva correspondiente (Quesada, 2002), una forma de apoyar a este proceso es utilizar materiales con un contenido potencialmente significativo, tanto en su estructura interna (significatividad lógica) como en la posibilidad que tiene el alumno de asimilarlo (significatividad psicológica). La primera se atiende organizando el contenido de lo conocido a lo desconocido, de lo simple a lo complejo, y la segunda vigilando que la estructura cognoscitiva del alumno cuente con los elementos pertinentes, susceptibles de relacionar con el nuevo aprendizaje (Quesada, 2002).

De acuerdo a Quesada (1988), el aprendizaje se entiende muy claramente dentro del modelo de procesamiento humano de información, el cual se basa en la concepción de tres instancias fundamentales (memoria sensorial, memoria a corto plazo y memoria a largo plazo) y dos clases de procesos (interpretativo y de control) que, en forma sintética se pueden acotar como:

a) Memoria sensorial que se refiere a la percepción de estímulos externos del ambiente como son los visuales, auditivos, olfativos, táctiles, entre otros. Pues en el aprendizaje lo primero que se pone en juego es la memoria sensorial que dura sólo los instantes necesarios para darnos cuenta del estímulo (Quesada 2002).

b) La memoria a corto plazo permite mantener en la memoria cierta información el tiempo necesario para ser usada, sin embargo, la información es olvidada si no se ejercita o se procesa. La memoria a largo plazo se refiere a aquella información que es perdurable. Todo lo que sabemos y hemos aprendido durante nuestra vida ocupa la memoria a largo plazo, pues se encuentra organizada de una manera coherente, congruente y oportuna (Quesada, 2002).

La organización de la información en la memoria a largo plazo es posible gracias a la estructura cognoscitiva, definida por Ausubel, (1968) como el conjunto de hechos, definiciones, proposiciones, conceptos, entre otros, almacenados de una manera organizada, estable y clara. Dicha estructura no es estática, sino que cambia conforme aprendemos, ampliándose, enriqueciéndose, ajustándose y reestructurándose.

c) En lo que se refiere al proceso interpretativo y de control, Posner (1979) describe al interpretativo como aquel que dirige la búsqueda de la información en la estructura cognoscitiva. Gracias a él sabemos dónde buscar en la memoria, lo que queremos evocar y también, dónde integrar el nuevo aprendizaje. Y el proceso de control como el que nos permite percatarnos de que sabemos o ignoramos algo.

Por medio del aprendizaje significativo el nuevo conocimiento se integrará en la estructura cognoscitiva si se le da un significado personal a los antecedentes necesarios que propicien la comprensión y la construcción de significados. Se dice que un aprendizaje es significativo cuando se encuentra en la memoria a largo plazo, integrado de manera significativa, y no arbitraria, a la estructura cognoscitiva (Quesada, 2002).

De acuerdo a lo anterior se puede concluir que el aprendizaje es un proceso de conocimiento y construcción de significados que se da de manera acumulativa,

autorregulada, orientada a una meta, situada en un contexto determinado y diferenciada individualmente (Quesada, 2002).

La mayoría de los investigadores afirman que la memoria a corto plazo es un componente básico para el funcionamiento de todo el sistema cognitivo. Baddeley y Hitch (1974) estudiando las funciones que tiene la memoria a corto plazo, propusieron el término de memoria operativa o memoria de trabajo. Con este concepto se pretende unir las dos dimensiones involucradas para la ejecución de una tarea: el procesamiento cognitivo y el almacenamiento transitorio de la información que se necesita, durante la realización de la tarea de que se trate. Durante la lectura de un libro necesitamos ir comprendiendo lo que leemos, reteniendo en la memoria lo que acabamos de leer y, a la vez, recuperar la información de los conocimientos que ya tenemos almacenados en la memoria a largo plazo, que nos ayudan en la comprensión lectora. Baddeley estructura la memoria operativa como una interacción entre tres sistemas de almacenamiento temporal: el Ejecutivo Central, el Bucle fonológico o Lazo Articulatorio y la Agenda Viso-espacial (figura 1).

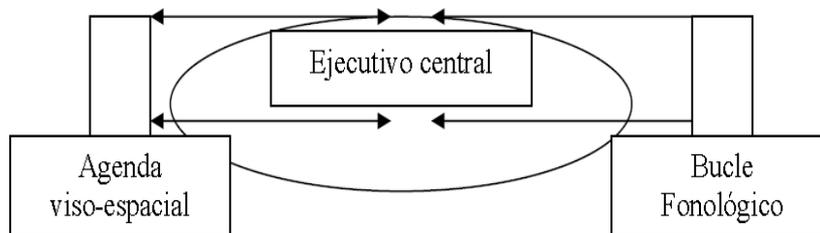


Figura 1. Modelo multicomponente de memoria de trabajo. Baddeley y Hitch (1974)

El Ejecutivo Central es el centro responsable que planifica, organiza, procesa y toma decisiones para resolver una operación cognitiva. Se trata de un espacio de trabajo con dos dimensiones: por un lado, tiene una función de control, y por otro, una función de almacenamiento transitorio, de capacidad limitada para guardar los productos de sus operaciones, además, es fundamental para realizar el análisis y síntesis de la información, retener datos necesarios para la

consecución de un determinado proceso mental, participar del *priming* (impresión de algo vivido como las palabras, objetos o eventos), etc. Por ejemplo, cuando una persona lee, usualmente vocaliza sublingualmente los fonemas que va leyendo (eso sin contar a la gente que habla sola o que tiene problemas neurológicos) (Baddeley y Hitch, 1974).

El Bucle fonológico o Lazo Articulario es un sistema de almacenamiento de la información verbal, equivalente al proceso de subvocalización del habla. Interviene en todas las tareas que tienen relación con el lenguaje y que está formado por dos componentes: 1) el *almacén fonológico*, que retiene información verbal oral durante un máximo de unos 1,5 a 2 segundos (se ha demostrado que su capacidad es igual en todas las lenguas que han sido estudiadas hasta ahora (Baddeley, 1986), y 2) el proceso de *repaso subvocal*, que permite una reactivación de los trazos en la memoria mediante una repetición interna de los procesos articulatorios, necesaria para producir las secuencias verbales que forman la información que ha de ser retenida (Baddeley y Hitch, 1974).

La Agenda Viso-espacial es el sistema encargado del manejo de las imágenes visuales. Su función es recuperar la información espacial y visual almacenada en la memoria a largo plazo (Baddeley y Hitch, 1974).

En una revisión reciente de este modelo, Baddeley (2000) adicionó un cuarto elemento al modelo, que denomina "Buffer episódico" (figura 2). Este dispositivo cuenta con tres características básicas de operación; en primer lugar se trata de un medio que almacena información de manera temporal, en segundo su capacidad es limitada y en tercer lugar, este mecanismo es capaz de integrar información procedente de una variedad de fuentes, mediante la codificación de la información en un código multi-modal. El buffer episódico es controlado por el Ejecutivo Central, el cual accede a la información en él contenida, mediante procesos de atención consciente. El carácter episódico del buffer radica en que la información se integra en forma de "episodios". Por otra parte, el concepto de buffer, hace referencia a la capacidad de este sistema de establecer "interfase" entre una amplia gama de fuentes de información, amplitud que necesariamente hace que el sistema tenga una capacidad limitada de almacenamiento. En

resumen el “Buffer episódico” forma una interface entre el almacenamiento fonológico a corto plazo, el almacén Viso-espacial a corto plazo y la memoria a largo plazo.

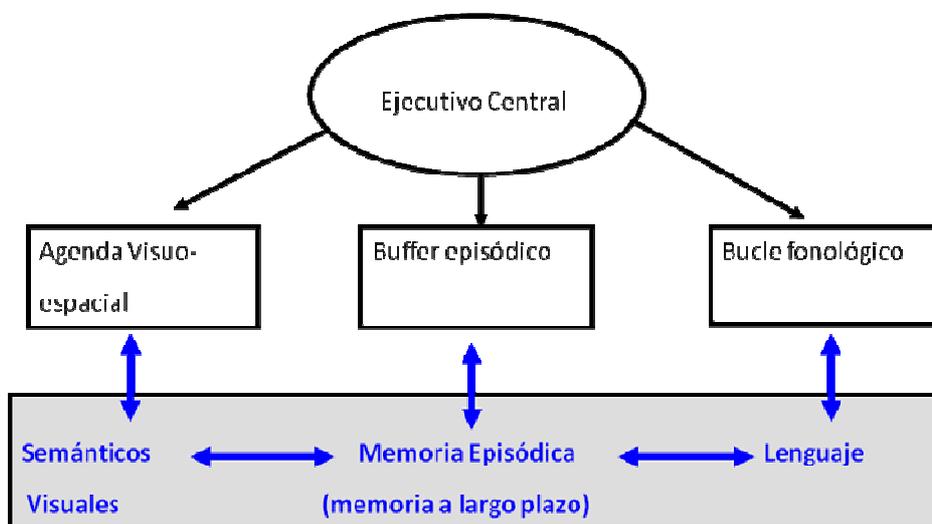


Figura 2. Modelo de memoria de trabajo modificado por Baddeley (2000)

Todo lo anterior parece razonable; después de todo, el hombre aprende primero a hablar y cuando ha perfeccionado el habla da sus primeros pasos en la escritura y la lectura. Incluso, se sabe que el niño nace con capacidad de hablar cualquier idioma, pero en los primeros años de su vida selecciona ciertos fonemas y adapta su capacidad auditiva para diferenciar los de sus progenitores (Gardner, 1999).

Aunque su investigación no iba en la misma línea de los desarrollos de la teoría de la memoria, Ausubel, Novak y Hanesian (1983) revolucionaron la pedagogía cuando presentaron los conceptos de “Aprendizaje Significativo” y “Aprendizaje por Descubrimiento”. El punto de dichos autores era que existía un mapa de dos dimensiones del aprendizaje; una dada por el grado de significatividad de los conocimientos que se pretendía transmitir, y la otra en función del grado de actividad (pasividad) del sujeto en el descubrimiento de los conceptos. Por significatividad se entendía la medida en que lo que se transmitía resultaba relevante para el sujeto, y la facilidad con que este podía relacionar lo aprendido en función de sus propias experiencias previas. Descubrimiento, en

cambio, esta mas vinculado a la propia elaboración de un concepto, en oposición a la asimilación por mera repetición. La primera se refiere a la utilización de ejemplos vinculados a la realidad del alumno, como herramientas de fijación de una idea; mientras que una idea de la segunda puede ser el descubrimiento de relaciones importantes durante la elaboración de un trabajo de investigación o la realización de una actividad experimental, en oposición al aprendizaje de las tablas de multiplicar (o los ríos de África) por simple repetición. Es decir; un trabajo de investigación o la realización de una actividad experimental es generalmente la combinación de un aprendizaje altamente significativo y que se produce por descubrimiento (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983).

En este trabajo la estrategia didáctica propuesta incluye el diseño, aplicación y evaluación de dos actividades experimentales. Y en relación precisamente a la importancia de las actividades de laboratorio, Hodson (1994) en su artículo "Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio" indica que la idea que predomina entre los educadores de ciencias es que la experiencia práctica es fundamental en el aprendizaje científico, sin embargo, tomando en cuenta la importancia que se brinda a la experiencia en el laboratorio, hace énfasis con respecto que en la práctica educativa realmente se realizan pocos análisis sistemáticos de los logros que se pueden obtener con la implementación de este tipo de actividades prácticas del trabajo de laboratorio. De ahí la importancia de realizar trabajos como el presente que pretenden evaluar el aprendizaje que se puede lograr utilizando como estrategia didáctica la implementación de actividades experimentales de laboratorio.

Por otro lado García (2005) señala que "las enseñanzas prácticas" en cualquier asignatura constituyen una parte muy importante del aprendizaje, pues con ellas el alumno entra en contacto con los métodos procedimentales, y pueden desarrollar mejor su comprensión conceptual, se trata de evitar que los conceptos abstractos que se dificultan, sean aprendidos memorísticamente y que el ejercicio se realice como receta, así, la comprobación personal de un hecho es mucho más didáctica que su conocimiento a través de la lectura o la explicación verbal, y además las prácticas de laboratorio suelen estimular la curiosidad del alumno y

desarrollar una actitud crítica en la valoración de los resultados, actitud que por otra parte se intenta incentivar en ellos. De estas ventajas educativas, se deduce la necesidad de la enseñanza experimental en el proceso educativo y formativo, lo cual lleva a los docentes a utilizar con rigor y entusiasmo los procedimientos experimentales en la docencia, y a sacar el máximo rendimiento de ellas para el aprendizaje y una educación científica.

En este sentido las actividades experimentales propuestas como estrategia didáctica servirán de apoyo para favorecer el aprendizaje al abordar los contenidos de la Unidad II. Tema 2. Procesos de conservación, subtema “Respiración Celular” de la asignatura de Biología I del Colegio de Ciencias y humanidades (CCH).

El Colegio de Ciencias y Humanidades tiene contemplado en su Plan (CCH, 1996) cuatro cursos de Biología, dos obligatorios pertenecientes al tronco común y dos optativos. Los primeros (Biología I y II), se cursan durante el tercero y cuarto semestres y tienen por objetivo que el alumno conforma su cultura básica (conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes básicas que se pretende posee un bachiller universitario del siglo XXI) en el campo de la Biología. Se hace énfasis en la relación Ciencia Tecnología y Sociedad como un medio para desarrollar una ética de responsabilidad individual y social que contribuya a establecer una relación armónica entre la sociedad y el ambiente. En donde, aprender a conocer desde la Biología no supone sólo la memorización de una serie de características de los sistemas vivos y de sus funciones, sino que implica la incorporación en la forma de ser, hacer y pensar del alumno de una serie de elementos y estilos que lo lleven a cambiar su concepción del mundo que le permita vivir de manera más armónica con el otro.

El *enfoque disciplinario* que se propone para las asignaturas de Biología I y II, es un enfoque integral de la biología, con base en cuatro ejes complementarios: el pensamiento evolucionista, el análisis histórico, las relaciones sociedad-ciencia-tecnología y las propiedades de los sistemas vivos. El pensamiento evolucionista le da independencia al discurso biológico frente a otros, y de esto depende la autonomía de la biología como ciencia. La biología es una ciencia diferente a otras ciencias naturales como la física y la química; difieren en su objeto de estudio, en

su historia, en sus métodos y en su filosofía. Si bien todos los procesos biológicos son compatibles con las leyes de la física y la química, los sistemas vivos no se pueden reducir a las leyes fisicoquímicas, debido a que éstas no pueden explicar muchos aspectos de la naturaleza que son exclusivos del mundo vivo. De ahí que, este eje es lo que lleva al estudio coherente de la vida, en una formulación integradora que intenta unificar el saber biológico en la explicación del fenómeno vivo, es decir, a partir de los conocimientos de disciplinas biológicas, como la genética y la ecología, el pensamiento evolucionista explica características, procesos y mecanismos de los sistemas vivos (CCH, 1996).

El *enfoque didáctico*: Las formas de enseñanza han ido cambiando conforme se modifica la sociedad y sus requerimientos. En la actualidad, el bagaje de conocimientos es tan amplio que no es posible saturar a los alumnos de contenidos conceptuales, por ello, es indispensable dotarlos de habilidades, actitudes y valores que les permitan tener acceso a la información científica para aprender con autonomía. Desde esta perspectiva, en los cursos de Biología se parte de la concepción de que el aprendizaje es un proceso de construcción mediante el cual los alumnos conocen, comprenden y actúan; que aprender es una actividad de permanente cuestionamiento y que debe existir interacción entre el sujeto y el objeto de conocimiento. Se considera, además, que éste es un proceso gradual y continuo, en donde el nuevo aprendizaje se edifica sobre el anterior, al cual se incorpora, y donde lo que va a aprenderse, debe verse en términos de lo que ya se conoce y se puede comprender, para que las nuevas experiencias puedan ser asimiladas. De ahí que, para facilitar la construcción del conocimiento, es importante la utilización de estrategias que promuevan el aprendizaje significativo, es decir, que propicien el proceso a través del cual una nueva información se relaciona de manera sustantiva con los conocimientos previos del alumno. De acuerdo a Villalobos (1996), las estrategias de aprendizaje son un “conjunto de actividades mentales empleadas por el sujeto en una situación particular de aprendizaje para facilitar la adquisición de conocimientos”. Aunado a esto Díaz y Hernández (1997) expresa que una estrategia de aprendizaje “es un procedimiento (entendido como conjunto de pasos o

habilidades) que un alumno adquiere y emplea de forma intencional como instrumento flexible para aprender significativamente y solucionar problemas y demandas académicas.”

Bajo estas circunstancias, el docente debe ser un mediador entre el alumno y los contenidos de enseñanza, sin perder de vista que el nivel de profundidad de los mismos se enfatiza en los aprendizajes que se establecen para cada unidad de los programas (CCH, 1996).

Con base en lo anterior, las estrategias a utilizar en el aula deben centrarse en los aprendizajes a lograr y se caracterizarán por:

- Identificar los conocimientos previos de los alumnos para relacionarlos con los que se van a aprender.
- Abordar los contenidos de enseñanza -conceptos, habilidades, actitudes y valores- de acuerdo a los conocimientos previos de los alumnos para que puedan alcanzar una comprensión profunda de éstos.

De esta forma, se promoverá el aprendizaje significativo a través de un circuito de preguntas-respuestas-contrastación de experimentos e investigaciones, redacción y presentación de informes; cuyo grado de dificultad deberá graduarse a lo largo de las temáticas de los cursos y de acuerdo con sus requerimientos de habilidades y manejo de conceptos (CCH, 1996).

En las asignaturas de Biología I y II, la investigación será una estrategia encaminada a formar alumnos creativos y capaces de generar sus propias estrategias de razonamiento y aprendizaje. En estos dos cursos, la investigación será un proceso de búsqueda de conocimientos, desarrollo de habilidades, actitudes y valores, en el que el profesor deberá guiar a los alumnos para que diseñen, lleven a cabo y comuniquen los resultados de una investigación escolar documental, de campo o de preferencia experimental, sobre alguna de las temáticas de estos cursos. Lo importante es motivar a los alumnos para que pongan en juego sus aprendizajes y así avancen en sus explicaciones. Todo lo anterior contribuirá a cubrir los cuatro principios pedagógicos esenciales del Plan de Estudios del CCH: Que el alumno aprenda a aprender, aprenda a hacer, aprenda a ser y aprenda a convivir (CCH, 1996).

## CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES

Hodson D. (1994), en su trabajo “Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio”, menciona que aunque ha sido periódicamente desacreditado -y en ocasiones calificado como “una pérdida de tiempo”-, la importancia que el trabajo de laboratorio tiene dentro de la educación en ciencias, ha permanecido incontestada desde que el *Education Department* en Canadá declaró, en el Código de 1882, que “la enseñanza de los alumnos en materias científicas se llevará a cabo principalmente con experimentos”. Con el paso de los años, se ha establecido “una fe profundamente inamovible en una tradición que ha asumido la condición de un absoluto sobre lo que es y debe ser la enseñanza de las ciencia”. Indica además que resulta interesante comprobar que, pese al apoyo casi universal que recibe del colectivo de profesores de ciencias, se ha investigado muy poco para obtener evidencias convincentes que puedan corroborar su eficacia y justificar así la enorme inversión de tiempo, energía y recursos con razones más convincentes o tangibles que las meras “sensaciones profesionales”. Señala además que con la aparición de los *National Curricula* en Gran Bretaña y Nueva Zelanda, y el cambio de tendencia registrado en muchos países (incluido Canadá) adoptando métodos más rigurosos de evaluación basados en criterios, se ha vuelto a centrar la atención en el trabajo práctico y parece oportuno este momento para volver a realizar un examen crítico de su papel y de los supuestos beneficios educativos que pueden derivarse del mismo.

En su trabajo muestra algunos ejemplos de las respuestas de los profesores al preguntar sus razones para hacer que los estudiantes participen en actividades prácticas, según el autor el abanico de motivos es desconcertante. Teniendo en cuenta los objetivos de su trabajo, los pudo agrupar en *cinco* categorías generales:

1. Para motivar, mediante la estimulación del interés y la diversión.
2. Para enseñar las técnicas de laboratorio.
3. Para intensificar el aprendizaje de los conocimientos científicos.

4. Para proporcionar una idea sobre el método científico y desarrollar la habilidad en su utilización.

5. Para desarrollar determinadas “actitudes científicas”, tales como la consideración con las ideas y sugerencias de otras personas, la objetividad y la buena disposición para no emitir juicios apresurados.

En relación a las respuestas sugiere una valoración crítica del trabajo práctico, por lo que lo primero que se debería hacer es formular una serie de preguntas:

1. ¿El trabajo de laboratorio motiva a los alumnos?
2. ¿Existen otras formas alternativas o mejores de motivarlos?
3. ¿Los alumnos adquieren las técnicas de laboratorio a partir del trabajo práctico que realizan en la escuela? ¿La adquisición de estas técnicas es positiva desde un punto de vista educativo?
4. ¿El trabajo de laboratorio ayuda a los alumnos a comprender mejor los conceptos científicos? ¿Hay otros métodos más eficaces para conseguirlo?
5. ¿Cuál es la imagen que adquieren los alumnos sobre la ciencia y la actividad científica al trabajar en el laboratorio? ¿Se ajusta realmente esa imagen a la práctica científica habitual?
6. ¿Hasta qué punto el trabajo práctico que efectúan los alumnos puede favorecer las denominadas “actitudes científicas”? ¿Son éstas necesarias para practicar el correcto ejercicio de la ciencia?

Sugiere que muchas de las dificultades son debidas a la manera irreflexiva en que los diseñadores de planes de estudio y los profesores hacen uso del trabajo práctico. En pocas palabras, es **sobreutilizado** e **infrautilizado**.

Concluye que es conveniente considerar que la enseñanza de la ciencia consta de tres aspectos principales:

- **El aprendizaje de la ciencia**, adquiriendo y desarrollando conocimientos teóricos y conceptuales.
- **El aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia**, desarrollando un entendimiento de la naturaleza y los métodos de la ciencia, siendo conscientes de las interacciones complejas entre ciencia y sociedad.

- **La práctica de la ciencia**, desarrollando los conocimientos técnicos sobre la investigación científica y la resolución de problemas.

La experiencia obtenida con buenos resultados en cada uno de ellos contribuye a la comprensión de los restantes, pero ninguno es suficiente por sí solo.

Gil Pérez y sus colaboradores (1999), en su artículo ¿tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? Señalaron que la idea de un aprendizaje significativo de los conocimientos científicos requiere la participación de los estudiantes en la (re)construcción de los conocimientos ya elaborados que habitualmente se transmiten. La reciente investigación didáctica, tanto en el campo de las preconcepciones como en los trabajos prácticos, la resolución de problemas, etc., está mostrando que «los estudiantes desarrollan mejor su comprensión conceptual y aprenden más acerca de la naturaleza de la ciencia cuando participan en investigaciones científicas, con tal que haya suficientes oportunidades y apoyo para la reflexión». Ello no supone volver a la desacreditada propuesta del «aprendizaje por descubrimiento»: es preciso subrayar que ahora no se concibe a los alumnos como investigadores autónomos trabajando en la frontera del conocimiento, sino una metáfora que conciba a los estudiantes como *investigadores noveles* permite, una mejor comprensión de la situación de aprendizaje escolar.

Concluyen que la convergencia de las investigaciones realizadas en torno a las prácticas de laboratorio, los problemas de lápiz y papel y el aprendizaje conceptual se convierte, como ha intentado mostrar, en un fuerte apoyo a las propuestas de aprendizaje de las ciencias como un proceso de investigación dirigida. Dicha convergencia cuestiona, por otra parte, la clásica separación entre «teoría», «prácticas» y «resolución de problemas».

Reigosa y Jiménez (2000), en su artículo “La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio” Indican que las actividades prácticas habituales en la enseñanza de las ciencias han sido criticadas desde hace tiempo ya que sus resultados no son satisfactorios, pues habría que analizar hasta qué

punto se cumplen los objetivos que se plantean con ellas, en particular aumentar la motivación, enseñar técnicas de laboratorio, desarrollar una visión aceptable de la naturaleza de la actividad científica, mejorar el aprendizaje de los conocimientos científicos y promover determinadas «actitudes científicas», mostrando el bajísimo logro de los mismos.

Proponen como alternativa plantear las actividades prácticas como problemas a resolver más que como ilustración de teorías, pues, la resolución de problemas así entendida es una de las formas de aprender, más como una estrategia de enseñanza y no como un simple ejercicio de aplicación de una teoría, proponen así mismo convertir los problemas-ejercicio habituales en problemas abiertos que requieran el análisis cualitativo de una situación. Indican también que la imagen de la ciencia como disciplina independiente del resto de la sociedad, cuyo único objetivo es comprender el mundo, es incompleta, y la imagen del científico como genio individual, inadecuada.

Para estos autores, algunas teorías cognitivas de la psicología dejan de lado la importancia de las interacciones sociales en la construcción de contextos de aprendizaje, siendo necesario abarcar la naturaleza social del conocimiento y *de la cognición*. Es relevante, de cara a la naturaleza social del aprendizaje, la idea de cognición situada, que considera que el conocimiento es un producto de la actividad, el contexto y la cultura en que se usa, y que está situado en ellos. Los alumnos deben implicarse en actividades auténticas, propias de cada área, en el caso de la enseñanza de las ciencias pertenecientes a la cultura de la comunidad científica. Estos investigadores diferencian entre actividades auténticas y actividades escolares. Las actividades auténticas de un dominio, por ejemplo, el científico, están situadas en su cultura y han sido construidas a través de negociaciones entre sus miembros. Estos autores consideran el aprendizaje un proceso de *enculturación*, que se logra mediante la implicación progresiva en actividades auténticas, el aprendizaje es más efectivo, el alumnado desarrolla destrezas de nivel más alto, llevando a cabo experiencias en contextos denominados auténticos, es decir, próximos al mundo real. Los problemas auténticos, se entienden como aquéllos que se sitúan en un contexto próximo al

alumnado, son creíbles, y cuya solución no está definida de antemano, pudiendo no ser única.

En su trabajo presentan un estudio de caso sobre alumnado de secundaria realizando una actividad práctica basada en la resolución de un problema auténtico, con la idea de ver cómo se enfrentan a actividades de inmersión en la cultura y la práctica científica. Los problemas estudiados son:

- Qué estrategias usan en la construcción de conocimiento mediante el discurso y otras acciones.
- Qué dificultades experimentan en ese proceso.
- En concreto, les interesa explorar cómo se manifiestan en sus actividades la cultura científica, relacionada con la verdadera construcción de conocimiento científico, y la cultura escolar, referente a la exhibición de un comportamiento estereotipado supuestamente correcto.

Los autores concluyen que el análisis de las operaciones realizadas, así como de las transcripciones de las discusiones del alumnado, pone de manifiesto las dificultades que experimentan al enfrentarse a un problema abierto, en el que ellos mismos deben diseñar el procedimiento a seguir. En su opinión, algunas de estas dificultades tienen que ver con una percepción de las prácticas como una actividad en la que se sigue un conjunto cerrado de pasos correctos, que deben ser indicados por el profesor. Esta percepción es el resultado de muchos años de inmersión en un contexto educativo en el que las clases prácticas son así, y por parte de algunos estudiantes, aparecen signos de inquietud ante la demanda de que modifiquen su papel y tomen parte activa en el diseño de las actividades. Éstos son ejemplos de lo que llaman *cultura escolar*, es decir, actividades estereotipadas en las que no aparecen los procesos de resolución de problemas característicos de la actividad científica. Otros ejemplos de cultura escolar serían la importancia del aprendizaje de hechos o conceptos frente al desarrollo de destrezas, la ausencia de justificación de las operaciones o acciones realizadas y el sesgo de confirmación.

En resumen, creemos que la frecuente realización en las aulas de actividades prácticas que poco tienen que ver con la naturaleza del trabajo

científico puede provocar que los alumnos y alumnas desarrollen no sólo una visión distorsionada de éste, sino además una mentalidad en la que la realización de un trabajo práctico es igual a la ejecución de un algoritmo cerrado

Tamayo (2001), en su tesis doctoral “Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional. Aplicación al concepto de respiración, hace énfasis en la importancia de investigar la evolución conceptual (cambio conceptual) en la didáctica de la ciencia a nivel de enseñanza y aprendizaje. Menciona que es posible describir en forma detallada a nivel de aula las representaciones de los alumnos y sus múltiples formas de cambio, además indica que este campo tiene al mismo tiempo atractivo y dificultad pues integra aportes de diferentes áreas del conocimiento. Una pregunta central en su trabajo es si dicho cambio es global o gradual, además de que actualmente se cree que es importante tomar en cuenta otras dimensiones como lo son: la afectiva, sociocultural, metacognitiva y lingüística entre otras. En su trabajo se propone el estudio de la evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional o integral que comprende el aspecto conceptual, cognitivo-lingüística, metacognitiva y motivacional.

Divide su trabajo en tres partes. En la primera indica que dicha perspectiva integral nos llevará en un primer momento a un ámbito histórico-filosófico en el que retoma algunos aportes que podrán dar luces para la comprensión de la evolución conceptual al interior de la didáctica de las ciencias. En un segundo momento destaca aspectos de orden cognitivo en los que muestra algunos de los modelos propuestos para la evolución conceptual. En tercer lugar se refiere a algunas de las relaciones importantes establecidas entre la evolución conceptual y el discurso (escrito) de los estudiantes. Para finalizar destaca la importancia de aspectos metacognitivos y motivacionales en el estudio de la evolución conceptual para la didáctica de las ciencias.

La segunda parte está dedicada a precisar aspectos metodológicos así como el análisis y discusión de la información recolectada. Sigue una metodología de investigación centrada en estudios de casos en los cuales el análisis cualitativo fue central. Una vez realizados los estudios de casos, que fueron cuatro, en los cuales integra las diferentes dimensiones teóricas, pasa a realizar comparaciones

entre ellos con el propósito de comprender la evolución conceptual mostrada por cada uno de los cuatro estudiantes de primer año de bachillerato.

La tercera y última parte está dedicada a presentar las conclusiones e implicaciones para la didáctica de las ciencias. Destaca en esta fase algunas de las características más determinantes al interior de las diferentes dimensiones de estudio, así como de manera integral y su posible incidencia para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

En la conclusión general y desde la perspectiva multidimensional del estudio de la evolución conceptual, indica que, lograr que los estudiantes se desempeñen mejor frente al aprendizaje de los conceptos científicos supone integrar en la clase las diferentes dimensiones discutidas. Para el caso específico de la respiración, y a manera de ilustración, en la enseñanza de este concepto se debe tratar, entre otras cosas, que los estudiantes:

- Reconozcan los diferentes modelos que utilizan para explicar los fenómenos y cuándo y por qué unos de estos modelos son más significativos que otros.
- Encuentren las semejanzas y diferencias entre los diferentes modelos explicativos que utilizan y a la vez las semejanzas entre los modelos y los fenómenos que éstos explican.
- Puedan expresarse de manera coherente y consistente con los diferentes modelos que tienen.
- Tomen distancia de los textos que analizan y puedan realizar sus críticas a éstos tanto en su forma como en su contenido, lo cual requiere adecuado uso de lenguajes específicos para los diferentes modelos empleados por los estudiantes.
- Al leer un texto aprehendan su significado global; que puedan identificar las ideas centrales de los textos que escriben y de los que analizan. Que aprendan a identificar el aporte de significado de las diferentes ideas que contiene un texto al significado global de éste.

Caamaño (2003) en su artículo “Los trabajos prácticos en ciencias”, realizó un análisis de los tipos, importancia y objetivos de los trabajos prácticos. Indicando que los trabajos prácticos constituyen una de las actividades más importantes en la enseñanza de las ciencias por permitir una multiplicidad de objetivos: la

familiarización, observación e interpretación de los fenómenos que son objeto de estudio en las clases de ciencias, el contraste de hipótesis en los procesos de modelización de la ciencia escolar, el aprendizaje del manejo de instrumentos y técnicas de laboratorio y de campo, la aplicación de estrategias de investigación para la resolución de problemas teóricos y prácticos y, la comprensión procedimental de la ciencia. Abordó las siguientes cuestiones:

¿Cuáles son los diferentes tipos de trabajos prácticos?

Presentó una clasificación de los trabajos prácticos en función de sus objetivos, experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones.

¿Cómo se aprenden los procedimientos en la realización de los trabajos prácticos?

Planteó una diferenciación entre destrezas intelectuales, prácticas o experimentales y de comunicación. Propone dos aproximaciones posibles para su aprendizaje: la atomística y la holística.

¿Cuáles son los objetivos de las experiencias y los experimentos ilustrativos?

Presentó las razones por las que son útiles las experiencias y los experimentos ilustrativos y la importancia del marco conceptual en la interpretación de las observaciones.

¿Cuáles son los objetivos y los tipos de ejercicios prácticos?

Diferenció entre ejercicios prácticos para el aprendizaje de procedimientos y los ejercicios prácticos para la determinación de propiedades y comprobación de leyes.

¿Qué son las investigaciones, cuál es la mejor forma de aplicarlas en el aula y cuáles son los factores de los que depende su nivel de dificultad?

Abordó las etapas a través de las que se puede realizar una investigación, las fases que se pueden aplicar en el aula, el tipo de guiones que sirven para ser presentados a los estudiantes, los factores que condicionan su grado de apertura y las variables que determinan su nivel de dificultad.

Finalmente realizó una reflexión sobre la falta de esfuerzos para innovar en

los trabajos prácticos en ciencias en la última década en España y otros países europeos.

García (2005), evaluó diferentes alternativas en el diseño de material de laboratorio de química de bajo costo utilizando técnicas de microescala, reflexionar su uso como estrategia didáctica en la enseñanza de la química y además, propone estrategias de evaluación del aprendizaje significativo. Y justifica su trabajo indicando que las técnicas de microescala permiten un acercamiento al laboratorio con un gran sentido de responsabilidad hacia la conservación del ambiente, de los recursos naturales y del ser humano. La microescala ahorra tiempo, dinero, espacio, minimiza el manejo de sustancias de desecho y la exposición a sustancias tóxicas, permite una experimentación sin barreras para el alumno y el profesor al ofrecerles la oportunidad de aplicar sus conocimientos y demostrar su creatividad, además hace énfasis en que una enseñanza dogmática, autoritaria o basada en la memorización automática de contenidos no comprendidos destruye la “experiencia creativa” o por lo menos la atenúa. En cambio, una enseñanza abierta que promueve ideas, que estimula discusiones y favorece su desarrollo, propuestas en los trabajos experimentales, llevados a una escala micro y presentados como una actividad de enseñanza abierta, pueden acercar a los alumnos a la actividad científica y hay que darles la oportunidad de aprender a utilizar estas prácticas para resolver problemas y finaliza, indicando que uno de los objetivos fundamentales de las actividades experimentales sería implicar a los alumnos en la resolución de un problema y si éste es real, se favorece un aprendizaje más duradero y si dicha resolución es desarrollada con la iniciativa del educando logrando el aprendizaje significativo.

Durante el desarrollo de su trabajo presenta una estrategia de aprendizaje encaminada a activar los conocimientos previos de los temas: Electrólisis, cátodo, ánodo, electrolitos, tipos de reacciones, Para esto utilizó como modelo la Electrólisis de una sal en disolución acuosa (yoduro de potasio), y posteriormente pidió a los alumnos que en forma individual describieran y registraran lo sucedido, formulando cuestionamientos.

En una actividad grupal dirigida propuso a los alumnos que generaran respuesta a los cuestionamientos propuestos, así como a las siguientes preguntas que fueron utilizadas como guías:

¿Qué favorece la electrólisis?, Describir qué tipo de reacciones se llevan a cabo y qué elementos se recogen en el cátodo y en el ánodo, ¿Qué sucede al agregar fenolftaleína? ¿Puedes utilizar otro indicador?, ¿Qué sucede al agregar tetracloruro de carbono?, ¿Que característica deben tener los compuestos para que sean sujetos a un procesos de electrólisis?, entre otras.

Finalmente concluye que continuamente se enfatiza en la necesidad de realizar ajustes a los programas de estudio de las diferentes asignaturas de Química y dar una orientación metodológica que impulse el aprendizaje de las ciencias naturales, sin embargo, lograr esto implica el diseño de nuevas estrategias que involucren actividades de aprendizaje que favorezcan la participación del alumno. Las actividades experimentales en microescala, sirven de puntos de interés a partir de los cuales se despierta la curiosidad y la motivación de los alumnos. El que se realice una ciencia experimental utilizando material de bajo costo, a nivel de microescala, favorece el desarrollo de un mayor número de ejercicios y de esta forma favorece el aprendizaje significativo.

Rodríguez (2007), realizó una crítica de los planes de estudio pues considera que, aunque son muy completos respecto a contenido teórico, presenta gran desventaja de carecer del trabajo experimental. Considera importante la experimentación para el mejor aprendizaje de la química, y propuso la implementación de una serie de prácticas que se pudieran realizar con los mínimos recursos y acorde a las condiciones existentes en el plantel.

Realizó un análisis del perfil de los alumnos que trabajaron las prácticas, incluyó una serie de argumentos teóricos que justifican la importancia del trabajo experimental, se abordaron los temas de química como asignatura escolar y utilizó el enfoque constructivista como una estrategia de aprendizaje. En su metodología propuso la implementación de prácticas de laboratorio que se apegan a la disposición de material, equipo y condiciones del plantel. Dichas prácticas se seleccionaron en base al programa de las asignaturas. Presenta, al

final, el análisis de los resultados obtenidos, así como las conclusiones derivadas, además anexa un listado del material y reactivos disponibles, con lo cual se justifican las limitaciones para la aplicación del trabajo realizado.

Concluyó que debemos estar conscientes que los alumnos sólo podrán adquirir conocimientos mediante la experimentación, siguiendo sus propias líneas de indagación, lo que les permitirá conocer que hacer ciencia no sólo depende del conocimiento teórico, sino también del trabajo práctico. Al concluir el trabajo con los alumnos, pudo constatar que el trabajo en el laboratorio, les aportó una experiencia significativa; ya que la mayoría de ellos comentaron: “las prácticas fueron muy interesantes y pudimos comprobar la teoría consultada en los libros así como la vista en clase, además de darnos cuenta que la química es muy importante en la vida diaria”. Comenta además que la estrategia utilizada, arrojó resultados favorables, ya que despertó el interés, tanto de los alumnos con los que se realizó el trabajo, así como de los demás estudiantes de la comunidad escolar, quienes expresaron que el trabajo de laboratorio les llamaba fuertemente la atención, y que esperaban tener las mismas prácticas u otras más interesantes.

Zendejas (2008) indicó que después de laborar durante nueve años en los laboratorios de Biología, Física y Química, y Suelos, en el CBTA 174 llegó a la conclusión de que las asignaturas antes mencionadas requerían el diseño, implementación y evaluación de las actividades experimentales, así como la recreación de fenómenos naturales a través de la realización de prácticas. Indica que las actividades anteriores propician la adquisición de aprendizajes significativos, pues acercan al estudiante a su realidad. Su función primordial como Coordinador de laboratorios fue la de apoyar a los profesores, en la realización de las prácticas de las asignaturas/materias correspondientes, así como en el uso eficiente de los materiales y equipo de laboratorio.

De entre las recomendaciones que propone para realizar una serie de evaluaciones conjuntas con sus colegas sobre trabajo de laboratorio tenemos:  
-Acondicionar los laboratorios para ofrecer un mejor servicio a la población estudiantil.

-Que el coordinador de los laboratorios, tenga el perfil profesional y el tiempo necesario, para atender los requerimientos y necesidades de las prácticas de laboratorio.

-Que se asigne un laboratorista de tiempo completo, con la finalidad de que se responsabilice de los equipos, reactivos y materiales presentes al interior de los laboratorios.

-Que la academia del plantel, proponga un presupuesto semestral específico para los laboratorios a las autoridades del plantel, de acuerdo a las prácticas que se vayan a realizar, previo estudio de las mismas, por parte de la academia y tomando en cuenta la Reforma Curricular 2004.

-Se requiere que los docentes que imparten la asignatura de Biología conozcan ampliamente los contenidos de los programas, con el propósito de adecuar las prácticas de los manuales existentes al modelo de la actual reforma curricular, para que éste acervo se encuentre en los laboratorios y en la biblioteca escolar. Para lograr lo anterior, se hace necesario, que los docentes facilitadores involucrados en el proceso de enseñanza aprendizaje de la biología, dominen, a través de la actualización, el conocimiento de los programas, para integrar varios temas de la misma asignatura, así como de otras relacionadas.

Concluyó, con base a su experiencia, que las prácticas de laboratorio y de campo y viajes de estudio o visitas a museos, institutos de investigación, empresas, zoológicos, jardines botánicos, industrias, resultan ser relevantes para que los estudiantes se apropien más fácilmente de los contenidos de las asignaturas, logrando un aprendizaje significativo.

Anaya (2008) realizó un trabajo donde se aplicaron cada una de las fases del Diseño Instruccional. Su objetivo fue lograr el aprendizaje significativo del tema de Catabolismo: Respiración Celular de la primera unidad ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo? del programa de Biología III del CCH. Tema que en los alumnos presenta la dificultad de imaginarse y comprender cada una de las reacciones químicas que participan en todo el proceso oxidativo de una molécula de glucosa (glucólisis y respiración celular). La estrategia comenzó con la lectura de una nota periodística que trata la

muerte de un jugador de fútbol americano profesional del equipo de los 49 de San Francisco de la liga de los EUA, quien falleció 3 horas después del partido. Se les cuestionó sobre las causas posibles del fallecimiento y si se pudo haber prevenido.

El grupo estuvo constituido por 25 alumnos, sin embargo, sólo se tomaron en cuenta a 19 debido a que fueron los que se presentaron a las tres sesiones donde se aplicó la estrategia. De éstos, 12 eran del sexo femenino. Todos ellos con una edad que se encontraba entre los 16 y 21 años.

Posteriormente se aplicó al grupo un cuestionario de tres preguntas para determinar sus ideas previas para explicar al fallecimiento del jugador, las cuales se presentan a continuación:

1. ¿Cuál crees que haya sido la causa de la muerte del jugador de fútbol americano, Thomas Herrion?
2. ¿Por qué murió 3 horas después del juego?
3. ¿Se pudo haber prevenido la muerte del jugador de los 49ers de San Francisco?”

Resultados obtenidos en la fase de activación mostraron que la principal idea previa que manifestaron los alumnos fue el calentamiento y posterior enfriamiento corporal súbito. Sin embargo, al contrastar sus ideas, los alumnos comenzaron a plantear la posibilidad que la muerte del jugador se debió a un problema de consumo de sustancias anabólicas, idea que fue analizada con el artículo “Deporte y dopaje” y posterior elaboración de mapas conceptuales y redescrición de sus ideas previas.

De los 19 estudiantes que participaron en este proyecto 16 respondieron al cuestionario de evaluación de la estrategia, de ellos, el 100% consideró que fue interesante ver el tema de esa manera y que se había favorecido el aprendizaje y la motivación. Es importante señalar que el hecho de la vida real, fue el factor que consideraron más relevante de la estrategia de aprendizaje, y consideraron que favoreció en mayor grado su aprendizaje y motivación. Además expresaron que era conveniente aplicar la estrategia a otros grupos porque se hace más explícita y fácil con ejemplos además de que se entiende mejor, lo que nos indica que la

enseñanza por medio de solución de problemas parece que hace más sencillo y atractivo el aprendizaje.

Estos resultados permiten concluir que es necesario considerar las ideas previas para lograr el aprendizaje significativo.

En relación al enfoque de este trabajo puedo decir que coincide con algunos de los objetivos que se persiguen en esta tesis.

Sánchez (2009), presentó un Reporte de Trabajo Profesional que consistió en hacer énfasis en lo relevante de las tareas experimentales como medio para promover los aprendizajes en los estudiantes, las cuales consta de las siguientes características:

- Desempeñan un papel importante en el incremento de la motivación hacia las ciencias experimentales.
- Son una ayuda inestimable para la comprensión de los planteamientos teóricos, razonamiento científico y sirven como antecedente de la comprensión de fenómenos biológicos, físicos y químicos, por parte de los alumnos.
- Facilitan la comprensión sobre la elaboración del conocimiento científico y de su significado.
- Son insustituibles para la enseñanza y el aprendizaje de procedimientos científicos.
- Son una base sólida sobre la cual desarrollar algunas actitudes fundamentales relacionadas con el conocimiento científico (curiosidad, apertura con quienes convive).
- Para muchos alumnos de educación secundaria, la única forma de motivarlos y hacerles comprensible el conocimiento científico es mediante el uso de actividades prácticas.
- Pese a los problemas que siempre se presentan al realizar las prácticas la mejor recompensa es conseguir interesar a los alumnos por la ciencia y despertar en ellos inquietudes en relación con las prácticas.

Indicó que en el transcurso de sus años de servicio docente ha podido identificar algunas limitaciones u obstáculos que repercuten negativamente en el desarrollo del trabajo del Laboratorio y por lo tanto en el aprendizaje de los

alumnos, por ejemplo, las prácticas de laboratorio son sólo demostrativas y no fomentan en el alumno la actitud de cuestionamiento o innovación, no se presenta una vinculación entre el trabajo teórico y el práctico dentro de la asignatura, grupos sobrepoblados, falta de material, el tiempo para la realización de prácticas resulta insuficiente, etc.

En su reporte hace ciertas propuestas de mejora como el desglose de las prácticas y elaboración de un manual de prácticas para ciencias.

Finalmente comentó que no es fácil plasmar en un reporte las experiencias adquiridas durante 21 años como Ayudante de Laboratorio. En el transcurso de estos años uno de los problemas que ha observado es que cuando se forma a un profesionalista, nunca se le capacita para desempeñar la docencia en ninguno de los niveles en los que está dividido el sistema escolarizado, cuando es una tarea compleja y trascendente. Sin embargo, a pesar de esta necesidad de capacitación del Ayudante de Laboratorio, este se le excluye de los cursos de Ciencias impartido a los profesores de asignatura, como de actualización.

Carvalho A.M.P. (2009), en su trabajo titulado “Las prácticas experimentales en el proceso de enculturación científica” propone que al planificar las actividades experimentales en la enseñanza de la ciencia deberán cumplirse los siguientes puntos:

1. Observar si las actividades ofrecen a los alumnos la oportunidad, aunque no sea consciente, de *superar las concepciones empírico-inductivistas de la ciencia* y si ellos están ‘viviendo una ciencia’ en que las hipótesis son las que orientan la búsqueda de datos y si las someten a pruebas, pues muchas investigaciones han mostrado que la enseñanza suele transmitir visiones empírico-inductivistas de la ciencia que están muy lejos del proceso de construcción de conocimientos científicos.
2. Para que se superen las concepciones empírico-inductivistas de la ciencia es importante observar cómo se desarrolla la argumentación en esas clases y si se utiliza el raciocinio hipotético-deductivo ‘si/entonces /por tanto’.
3. Observar si las clases están dando la oportunidad de incorporar el papel esencial de las matemáticas al desarrollo científico. Podemos observar si la

enseñanza fomenta la enculturación de esa vertiente del conocimiento científico si cuando el profesor / los alumnos manejan los datos, hacen primero un 'análisis cualitativo' con respecto a las principales variables del fenómeno y si expresan esa relación mediante el raciocinio proporcional que es la base del lenguaje matemático en las ciencias. Además, en bachillerato, cuando se emplean las herramientas matemáticas (gráficos, ecuaciones, fórmulas), si los profesores proponen cuestiones sobre la utilización de dichas herramientas, relacionándolas con las explicaciones científicas y haciendo la traducción del lenguaje conceptual de la física al lenguaje matemático y viceversa.

4. Observar si las actividades experimentales permiten transponer el conocimiento aprendido a la vida social, buscando las complejas relaciones entre ciencias, tecnología y sociedad, tratando de generalizar y/o de aplicar el conocimiento adquirido, relacionándolo con la sociedad en que se vive.

## **2.2 CONCEPTUALIZACIÓN SOBRE LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE**

### **2.2.1 ENSEÑANZA:**

#### **2.2.1.1 Definición y características del concepto de enseñanza.**

La palabra Enseñanza proviene del vocablo latino *insignare* que quiere decir señalar (Mateos, 2000). Hernández R. S. y sus colaboradores (1960), indican que la enseñanza es la actividad que está directamente vinculada al docente en el ejercicio de su profesión, se ha llegado a definirla como “el sistema o método para dar instrucción”, además de que la enseñanza implica el dominio de hábitos, capacidades y saber de parte del alumno, pero bajo la influencia guiadora del maestro; los autores señalan que la enseñanza tiene que basarse o considerar las necesidades, impulsos, intereses y aspiraciones tanto del estudiante como del profesor, tomando en cuenta que lo anterior se deberá desenvolver, coordinar y conducir por acción del propio ambiente educativo, debido a que la enseñanza está determinada por el ambiente y se debe vincular con el vivir diario del individuo. Así mismo consideran que la enseñanza va dirigida al que aprende, se sirve de métodos o procedimientos, los cuales pueden ser ingeniosos o científicos, los que deben adaptarse a las condiciones del medio educativo y a las exigencias del educador, también incluye que se lea cierto material, que se tome parte en distintas actividades las cuales produzcan aprendizaje, además, la enseñanza debe de ser flexible y propiciar en los estudiantes creatividad, originalidad y comprensión; ya que con las características anteriores, se logra que el alumno reduzca los obstáculos que se presenten entre él y la asignatura, el maestro y los medios didácticos a utilizar. Así, continúan, la enseñanza se convierte en un proceso creativo cuando el individuo presenta una necesidad de mejorar sus técnicas y estrategias de Enseñanza-Aprendizaje. De acuerdo a Logan y Logan (1980), creatividad puede definirse como “el proceso mediante el cual uno descubre algo nuevo, redescubre lo que ya había sido descubierto por otros o reorganiza los conocimientos existentes [...] lo que puede significar un incremento de los conocimientos”, esto es, que el alumno desarrolle y presente esa actividad creadora para el mejoramiento de sus capacidades cognitivas y mejoramiento en su actividad educativa.

### **2.2.1.2 Enseñanza en Ciencias.**

De las investigaciones educativas realizadas en los últimos años sobre la enseñanza de las ciencias, ha surgido la necesidad de considerar tanto la experiencia de los alumnos como sus concepciones o ideas previas en torno a los fenómenos de la naturaleza, como puntos de partida para la generación de estrategias de enseñanza; inclusive se ha puesto de manifiesto la concepción constructivista que, entre otras cosas, privilegia las actividades experimentales (Ausubel, et. al. 1983; Candela, 1991; Díaz y Hernández, 1997; Driver, 1988; Gil, 1983; entre otros). Se insiste en que el alumno debe acercarse, lo más posible, al conocimiento científico, de tal manera que sea capaz de utilizarlo en su vida cotidiana y así ampliar su comprensión del mundo (SEP, 1993). Asimismo, de acuerdo a Giordan y Vecchi (1987), se debe poner en conflicto lo que se piensa por medio de actividades apropiadas. Sin embargo, por diversas razones, en la enseñanza de las Ciencias Naturales, particularmente en el trabajo en el aula, estas ideas no se han aplicado.

Lomelí, et. al. (1990) realizaron un análisis en cuanto a cómo es la enseñanza de las ciencias naturales o experimentales en los diferentes ciclos educativos, algunas de sus conclusiones se muestran a continuación:

Los alumnos en el ciclo elemental (primaria) adquieren esquemas muy generales acerca de la naturaleza y los fenómenos que en ella se manifiestan. Su aproximación al medio circundante es muy subjetiva y atiende primordialmente a la forma de percibir e interpretar el medio natural de manera individual.

En el nivel medio básico se realiza una aproximación al estudio de la naturaleza de una manera más analítica, que promueve lentamente la sustitución de esquemas y conceptos subjetivos por interpretaciones objetivas más coherentes con los planteamientos científicos de la época.

En el nivel medio básico y medio superior, las tareas a desarrollar son de naturaleza más compleja pues implican razonamientos e inferencias que hacen que los alumnos vayan prescindiendo de sus percepciones individuales, inmediatas y concretas para adquirir esquemas donde la abstracción aproxima el razonamiento a las formas más comunes del proceder de la ciencia.

En el nivel medio superior la exigencia es mayor para el desarrollo de actitudes más relacionadas con la precisión, la objetividad, el rigor, la flexibilidad, la observación, la inferencia, la deducción, la traducción, la generalización, la discusión y manejo de argumentos, las habilidades de búsqueda e interpretación de datos y conceptos, la participación en equipo, el debate colectivo y el desarrollo de la capacidad crítica.

Los autores mencionan así mismo, que el nivel de los objetivos planteados en los diferentes ciclos ignora la formación previa que puede tener el alumno y manifiesta una ambición casi desmedida en las metas formuladas -podría pensarse que cada ciclo es tan suficiente, autónomo y completo, que al estudiar uno ya no habría que pasar a otro- y expresan suficiente inconsistencia entre su nivel de complejidad y su amplitud con respecto a las estrategias propuestas, así como de los contenidos a revisar.

### **2.2.1.3 Enseñanza en el Colegio de Ciencias y Humanidades.**

Lomelí y sus colaboradores (1990), realizaron una investigación en cuanto a la enseñanza que se realiza en el Colegio de ciencias y Humanidades. Los autores consideran importante señalar ciertos aspectos como fundamentales para la explicación del estudio que realiza; estos principios se enmarcan en las respuestas que tenemos a interrogantes tales como:

*¿Por qué es importante considerar el conocimiento científico en el currículo del nivel medio superior?*

Los autores señalan la necesidad de impartir una formación científica básica a nivel medio superior, útil para cualquier ciudadano que participe del mundo de nuestro tiempo, en la que se incorpore la noción de ciencia, sus formas de proceder y su manifestación en la tecnología como un elemento más de su cultura, plantea como indispensable la adquisición de instrumentos conceptuales básicos para interpretar una realidad cada vez más tecnificada; aunada al desarrollo de una actitud crítica fundamentada, ante las consecuencias que se derivan de los avances científicos.

### *¿Qué posiciones subyacen en la enseñanza de la ciencia?*

Indican que la forma de introducirse en el conocimiento científico puede establecerse a partir de la elección entre - al menos tres- concepciones distintas, que pudieran resumirse en:

.. La ciencia como un producto terminado de saberes cuya validez no se discute, sólo se toma como punto de partida.

.. La ciencia se entiende a partir de la aplicación ortodoxa y ejemplar del método científico, que se da con independencia del concepto o contenido que se maneje.

.. La ciencia es una actividad constructiva en el marco de una teoría que supone la superación de la controversia contenido-método, en continua construcción y reajuste.

Comentan que con base en la elección más o menos consciente de lo que significa la ciencia para una determinada institución educativa o grupo social, las formas de enseñanza en ese campo adquieren diferentes modalidades; éstas, además de caracterizar la estructura curricular del plan de estudios de que se trate, describen y configuran tanto los objetivos a lograr, como la selección y programación de actividades de aprendizaje, los criterios de evaluación, la selección y uso de recursos didácticos y -por supuesto define el perfil del profesor y del alumno que se pretende formar.

### *¿Cómo puede ubicarse la enseñanza en el bachillerato?*

Así mismo los autores subrayan que el ciclo de bachillerato, inserto entre la formación media básica y la profesional, adquiere un complejo sentido tanto por las metas que se puede plantear como por las características del estudiante.

En este esquema, la tendencia más válida que puede asumir el bachillerato está más cerca del tercer enfoque -señalado respecto a la enseñanza de la ciencia - ya que supone el equilibrio entre el conocimiento teórico, la formación en técnicas y estrategias metodológicas y el entrenamiento del conocimiento como un problema en cuya solución confluye el aprendizaje en todos los campos tratados.

### *¿Qué se puede enseñar de biología en el nivel medio superior?*

Considerando que es válido pensar en la formación de una cultura científica básica en el nivel medio superior, la enseñanza de esta disciplina habría de atender explícitamente a aspectos como los que se mencionan a continuación.

Los objetivos generales de esta área:

- Deben guardar relación coherente con los que se persiguen en ciclos anteriores.
- Deben promover el desarrollo de diferentes tipos de capacidades: cognoscitivas, motrices, de equilibrio personal, de relación interpersonal y de inserción y actuación social.

Con el estudio de la biología, el alumno podrá redondear e incorporar a sus esquemas previos de conocimiento, nociones sobre: la regularidad y la diferenciación; entre lo estable y lo mutable; entre lo característico y lo distintivo; entre el cambio y la transformación; entre la ruptura y la continuidad; entre el equilibrio y el desajuste; entre lo fijo y lo mutable; entre el cambio cuantitativo y el cambio cualitativo; entre la colaboración y la competencia.

En cuanto a los contenidos a manejar en los programas del nivel medio superior, los autores proponen los siguientes criterios para su selección

- Responder a problemas actuales.
- Proporcionar un acercamiento al manejo de las redes y esquemas conceptuales que domina o debe dominar el alumno.
- Describir o ilustrar la manera de proceder de los científicos.
- Ofrecer elementos que permitan valorar el impacto de la ciencia y de la tecnología en nuestro medio y la definición de responsabilidades colectivas e individuales que esto amerita.

### *¿Cómo se puede enseñar biología en el bachillerato?*

Bajo este mismo enfoque, tan importante como el QUE se debe aprender se encuentra el CÓMO, que se refiere al planteamiento de estrategias de aprendizaje. Los autores hacen énfasis en que éstas deberán cumplir con ciertos requisitos, tales como:

- Unir el aprendizaje escolar con el medio en el que se haya inserto.

Esto garantiza la utilidad y funcionalidad de los conocimientos que se adquieran, al mismo tiempo que supone su vinculación desde una perspectiva de superación y no sólo de adaptación.

- Insertar al alumno en el medio escolar haciéndolo actor de su propia formación y no víctima de ella.

- Implicar al personal docente en la propia tarea de aprendizaje al diseñar, adaptar, ajustar y corregir las actividades de aprendizaje, de acuerdo con las características especiales de los alumnos a que están dirigidas.

*¿Cómo evaluar el aprendizaje en la enseñanza de la biología?*

En este campo señalan la importancia de dar un peso significativo al esfuerzo desarrollado por el alumno, sobre todo cuando se refiere a la formación y el manejo de estrategias de aprendizaje, formación de hábitos, desarrollo de actitudes y formación de valores. Asimismo es de singular importancia promover un trabajo intelectual de síntesis que permita al alumno destacar lo relevante y subordinar lo accesorio.

Según los autores, en términos generales, entre los aspectos que pueden considerarse están:

- .. Participación en clase.
- .. Desarrollo de investigaciones (documental y/o experimental).
- .. Realización de ejercicios.
- .. Presentación de resultados de investigación.
- .. Réplica de resultados.
- .. Presentación de exámenes (parciales y/o globales).
- .. Desarrollo del diario de clase.

Todos estos elementos tienen como común denominador ilustrar y fortalecer el tipo de aprendizaje que se busca, de manera que debe tenerse sumo cuidado al plantear las formas de evaluación para que no resulten artificiales o ajenas al proceso educativo que se ha propuesto.

### *¿Cuál puede ser el perfil del profesor ideal?*

Los autores consideran que el profesor es el principal agente que hace realidad cualquier propósito institucional que incide en la formación de los alumnos, en términos ideales podría tipificarse como:

.. Un profesor capaz de manejar los contenidos y conceptos de su asignatura dentro del campo de su disciplina y al nivel que se requiere de los estudiantes del bachillerato.

.. Un profesor que maneje con buen dominio los contenidos de su disciplina, conozca la tendencia general del desarrollo de ésta en el mundo actual y disponga del interés y la habilidad para enfrentar su propia tarea docente como un campo de indagación donde replantear y enriquecer su experiencia.

. . Un profesor que, por su seguridad, sea capaz de liberar al alumno de su dependencia y liberarse a sí mismo de la responsabilidad exclusiva de instruir, documentar, informar e imponer puntos de vista y criterios.

.. Un profesor que sepa ponderar el impacto de los nuevos conocimientos y de los avances tecnológicos sobre la vida cotidiana o futura del estudiante para que se prepare ahora para mañana y no ayer para hoy.

.. Un sujeto con suficiente claridad para propiciar un desarrollo gradual, sin caer en el tedio de lo que ya se sabe ni en la aventura de lo que se desconoce completamente.

.. Un individuo que sepa propiciar en el estudiante la habilidad de razonar lógicamente, igualmente valiosa tanto en matemáticas como en la resolución de cualquier problema del campo de la biología.

.. Un profesor que no desprecie ni el valor de la memoria ni la capacidad de descubrimiento, sino que asuma que la habilitación de la memoria comprensiva facilitará el acceso a nuevos conocimientos que no tienen por qué ser siempre innovadores y originales.

.. Un profesor que no tiene por qué engañar a los alumnos haciéndolos suponer que estudiar es una fantasía sencilla y divertida ni que al avanzar en el conocimiento tendrá el control de un saber estático y acabado.

.. Un profesor que asuma que gran parte de la educación que realiza tiene que ver con el aprendizaje de valores y actitudes donde su propia actuación funciona como medida ejemplar.

.. Un profesor interesado y capaz en conocer los antecedentes con los que ingresan los alumnos a su curso y, con base en ello, diseñar las actividades necesarias que los hagan llegar al nivel requerido, sin repetir cursos anteriores ni abatir el nivel académico del grupo con menoscabo del logro de las metas establecidas.

## **2.2.2 APRENDIZAJE:**

### **2.2.2.1 Definición y características del concepto de aprendizaje.**

La palabra aprender proviene del vocablo latino *aprendere*, que significa percibir (Mateos, 2000). Es decir, aprender un conocimiento por medio de la experiencia. Según Hamachek (1970), el aprendizaje es la adquisición de nuevos conocimientos, significados y orientaciones personales, incluidas las actitudes de evitación y de no hacer lo que ya se hizo una vez. En un sentido más específico, el hecho de aprender algo generalmente va seguido de un cambio de conducta del pensamiento o del sentimiento. Por su parte Escaño y Gil de la Serna (1994), indican que el aprendizaje es un proceso interactivo en el que el alumno no aprende de modo significativo si está pasivamente recibiendo la información del profesor, necesita participar aportando sus ideas junto a las de los demás compañeros, pues es un proceso de construcción. Ausubel y colaboradores (1983), lo define en sentido amplio, como la interiorización de pautas de conductas mediante la transformación de la estructura cognoscitiva, como resultado de la interacción con el medio ambiente: En el proceso intencionado de enseñanza-aprendizaje, como el que se realiza en la escuela, será el resultado de haber participado en ese proceso.

De acuerdo a lo anterior podemos determinar que el aprendizaje, no significa retener en la memoria conocimiento, sino que es adquirir experiencias en general, estructurando o modificando la conducta del sujeto, entendiendo por conducta toda actividad ya sea corporal, mental o afectiva.

### **2.2.2.2 Constructivismo y aprendizaje significativo.**

Padilla (2008), menciona que el constructivismo no es “una receta de cocina”, sino que es un conjunto de principios articulados con los que es posible diagnosticar, establecer juicios y tomar decisiones fundamentadas sobre la enseñanza. No establece una metodología didáctica determinada, esto debido a que entiende que existen múltiples maneras de ayudar a los alumnos a construir el conocimiento dentro del ámbito escolar. Además, argumenta que los individuos forman o construyen gran parte de lo que aprenden y comprenden por lo que los profesores deben de reflexionar sobre qué se hace y por qué se hace, es decir,

fundamentar y justificar su actuación. El profesor deberá poner en práctica un pensamiento estratégico, y en la medida en que sea capaz de dirigir y regular la situación educativa que tiene entre manos, realizar el ajuste a los objetivos que se plantea, además de recurrir a materiales con los que los alumnos se comprometan y los manipulen de manera que les permitan relacionarse con los demás, estas acciones permitirán que se planteen metas y asumir un papel más activo. La autora también señala que al proponer una Concepción Constructivista del aprendizaje y la enseñanza, el profesor debe atribuirles un sentido y significado. Subraya la idea de que aprendemos cuando somos capaces de elaborar una representación personal sobre un objeto o contenido que se pretende aprender, esto se realiza desde las experiencias, intereses y conocimientos previos, es decir, interpretamos los conocimientos con los significados que ya poseíamos ya sea modificándolos o integrando lo nuevo para hacerlo parte de nuestros conocimientos.

#### **2.2.2.4 Aprendizaje en el Colegio de ciencias y Humanidades.**

La Teoría Constructivista y en particular el modelo del aprendizaje significativo de Ausubel y sus colaboradores (1983), son, sin duda, el marco referencial que tiene mayor consenso actualmente en el campo de la enseñanza de la Biología, es por ello, que los educadores buscan estrategias didácticas que favorezcan el aprendizaje significativo. Por el carácter fáctico de la Biología, las clases de trabajos prácticos, sean de resolución de problemas o de laboratorio experimental, cobran gran importancia. Los trabajos prácticos en las clases de ciencias añaden una *"dimensión especial a la enseñanza de las ciencias, por cuanto van más allá de lo que se puede obtener escuchando las explicaciones de los profesores u observando sus demostraciones en el laboratorio"* (Barberá y Valdés, 1996).

Desde esta perspectiva en los cursos de Biología (CCH, 1996), se parte de la concepción de que el aprendizaje es un proceso de construcción mediante el cual los alumnos conocen, comprenden y actúan; que aprender es una actividad de permanente cuestionamiento y que debe existir interacción entre el sujeto y el objeto de conocimiento.

De acuerdo al plan de estudios lo deseable es que los aprendizajes se apliquen a situaciones diferentes, atiendan a las nociones fundamentales de la biología, sean de interés potencial para el alumno y revelen realidades y procesos que contradigan lo intuitivo. Se considera, además, que éste es un proceso gradual y continuo, en donde el nuevo aprendizaje se edifica sobre el anterior, al cual se incorpora, y donde lo que va a aprenderse, debe verse en términos de lo que ya se conoce y se puede comprender, para que las nuevas experiencias puedan ser asimiladas. Es por ello que en el aspecto didáctico se propone que los alumnos vayan construyendo el conocimiento de manera gradual, donde las explicaciones, los procedimientos y los cambios conseguidos sean la base a partir de la cual se logrará el aprendizaje de nuevos conceptos, principios, habilidades, actitudes y valores más complejos y profundos. De ahí que, para facilitar la construcción del conocimiento, es importante la utilización de estrategias que promuevan el aprendizaje significativo, es decir, que propicien el proceso a través del cual una nueva información se relaciona de manera sustantiva con los conocimientos previos del alumno. Todo esto, con el propósito de permitir entre los educandos una mayor libertad de pensamiento, lograr nuevos aprendizajes, relacionar lo aprendido con situaciones del mundo real, con el entorno y con la sociedad.

En este contexto (CCH, 1996), el sujeto principal del proceso enseñanza-aprendizaje es el alumno, por lo que las estrategias deberán organizarse tomando en consideración su edad, intereses, rasgos socioculturales y antecedentes académicos. Además, es importante tener presente que el alumno tiene sus propias concepciones e ideas respecto a los fenómenos naturales, y para que reestructure científicamente esas ideas, será necesario propiciar un cuestionamiento sistemático que ponga en juego sus diversas formas de razonar. Por su parte, el profesor debe hacer explícito a los alumnos lo que se pretende con el tema o actividad a realizar, estimularlos en el planteamiento de problemas y alentarlos para que asuman la responsabilidad de su propio aprendizaje. Se requiere además, que oriente a los educandos para que puedan vincular de manera adecuada sus conocimientos previos con la nueva información objeto de

estudio. Bajo estas circunstancias, el docente debe ser un mediador entre el alumno y los contenidos de enseñanza, sin perder de vista que el nivel de profundidad de los mismos se enfatiza en los aprendizajes que se establecen para cada unidad de los programas.

Con base en lo anterior, las estrategias a utilizar en el aula deben centrarse en los aprendizajes a lograr y se caracterizarán por:

- Identificar los conocimientos previos de los alumnos para relacionarlos con los que se van a aprender.
- Abordar los contenidos de enseñanza -conceptos, habilidades, actitudes y valores- de acuerdo a los conocimientos previos de los alumnos para que puedan alcanzar una comprensión profunda de éstos.
- Organizar y planificar actividades referidas a problemas que despierten el interés de los alumnos por lo que van a aprender y acordes con su etapa de desarrollo.
- Procurar el análisis de problemas de forma contextualizada y bajo distintas perspectivas.
- Promover la participación individual y colectiva, para que el alumno reformule y asimile la nueva información, comparta sus percepciones e intercambie información en la resolución de problemas.

Las estrategias empleadas en clase, deberán promover la construcción significativa del conocimiento a través de actividades que permitan dar respuesta a problemas planteados sobre temáticas específicas y relevantes para el alumno. Tales problemas deberán favorecer el avance de lo simple a lo complejo, de lo concreto a lo abstracto y de conceptos poco estructurados al conocimiento formal.

En las asignaturas de Biología I y II, la investigación será una estrategia encaminada a formar alumnos creativos y capaces de generar sus propias estrategias de razonamiento y aprendizaje. En estos dos cursos, la investigación será un proceso de búsqueda de conocimientos, desarrollo de habilidades, actitudes y valores, en el que el profesor deberá guiar a los alumnos para que diseñen, lleven a cabo y comuniquen los resultados de una investigación escolar documental, de campo o de preferencia experimental, sobre alguna de las temáticas de estos cursos. Lo importante es motivar a los alumnos para que

pongan en juego sus aprendizajes y así avancen en sus explicaciones.

En este sentido, la formulación de problemas tiene la función de iniciar el proceso de indagación de los alumnos, y éstos pueden definirse a partir de una experiencia cercana a la vida cotidiana, de un hecho novedoso o de un experimento que contradiga sus ideas y represente un reto, de manera que exijan la búsqueda de respuestas por parte de los alumnos, bajo la supervisión del profesor, quien a lo largo de las investigaciones reforzará, cuestionará y comentará las conclusiones que obtengan, pero también resaltaré la importancia de la comunicación y el diálogo en el proceso de resolución de problemas, que involucra el manejo de conceptos y principios, de habilidades para buscar respuestas y de las formas de comportarse para llegar a ellas de manera conjunta.

Las estrategias deberán ser diversas y organizarse tomando en cuenta los propósitos generales del curso, el propósito de cada unidad y los aprendizajes que se pretenden en éstas, asimismo, deben partir de los conocimientos previos de los alumnos y propiciar el aprendizaje gradual y continuo de conceptos, principios, habilidades, actitudes y valores. Para estructurarlas se pueden utilizar actividades en tres momentos: apertura, desarrollo y cierre.

Las actividades de apertura servirán para el “encuadre” del curso y de las unidades, para la motivación de los alumnos y para la detección de sus conocimientos previos.

Las actividades 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. A través de estas actividades, los alumnos no sólo obtendrán nuevas informaciones, sino que además, éstas se relacionarán con las ya obtenidas para su reformulación. Se pueden llevar a cabo, entre otras, revisiones bibliográficas, comentarios de textos, resúmenes, analogías, cuadros sinópticos, esquemas, modelos, resolución de problemas, mapas conceptuales, diseño y realización de prácticas, experimentos e investigaciones, redacción y presentación de informes; cuyo grado de dificultad deberá graduarse a lo largo de las temáticas de los cursos y de acuerdo con sus requerimientos de habilidades y manejo de conceptos.

Las actividades de cierre permitirán a los alumnos formar una visión sintética, integradora e incluso crítica del material estudiado, transferir sus aprendizajes a otros contextos y reorganizar su propio esquema referencial a partir de las nuevas síntesis realizadas en la reestructuración del problema objeto de estudio.

En su conjunto, las actividades deberán estar encaminadas a que el alumno aprenda a aprender, aprenda a hacer, aprenda a ser y aprenda a convivir, lo que contribuirá a formar alumnos críticos y creativos, capaces de generar sus propias estrategias de razonamiento y aprendizaje para la construcción del conocimiento (CCH, 1996).

## **2.3 ESTUDIOS SOBRE EL CONCEPTO DE RESPIRACIÓN**

### **2.3.1 Hechos históricos acerca del concepto de Respiración.**

Tamayo (2001), explica el desarrollo de los conceptos de la respiración se remonta a la antigüedad; cita por ejemplo el conocimiento existente entre los antiguos sobre la respiración para la elaboración del pan, la cerveza, y los derivados lácteos. Menciona el desarrollo de los conceptos actuales de la bioenergética, y cómo ha estado ligada históricamente al campo conceptual de la respiración, cuyo estudio abarca un conjunto diverso de fenómenos que incluye, entre otros, aspectos relacionados con la ventilación, el sistema circulatorio, la difusión-transporte y transformación de los gases, la vida celular y tisular, el transporte electrónico y los procesos de oxidación-reducción. El autor indica además la larga historia que ha recorrido el campo conceptual de la respiración que se remonta a considerarla como una condición para la vida y para la conciencia, en donde tanto el aliento como la sangre son consideradas como una doble fuente de vida, visión fue compartida por los filósofos griegos quienes situaban al corazón como el órgano receptor del aliento y como tal, el órgano respiratorio. Comenta además cómo Platón da una doble funcionalidad a la respiración: satisfacer las necesidades nutritivas del cuerpo y enfriarlo debido al calentamiento que sufría, dada la producción de calor interno. Con esta concepción de la respiración se acepta la presencia de partículas en el aire cuya función era la de alimentar el cuerpo. Por otro lado señala cómo Aristóteles presenta la respiración con una finalidad netamente fisiológica; elimina sus posibles relaciones con las sensaciones, con el alma, y hace de la respiración un mecanismo de refrigeración del calor interno. En virtud de la gran influencia de los filósofos griegos sobre el pensamiento “científico” no sólo en su época sino también pasados muchos siglos, el autor concluye que las diferentes concepciones de la respiración elaboradas por los científicos modernos estuvieron impregnadas de esta doble funcionalidad mencionada anteriormente.

Salas-Salvadó y colaboradores (2007), indican que pocos años antes de la Revolución Francesa y como consecuencia del descubrimiento del oxígeno,

Lavoisier se empezó a interesar por el estudio de los procesos de oxidación y de combustión, dicho interés lo llevó a estudiar el recambio respiratorio de los animales superiores y del Hombre, y a identificar la respiración con un proceso de combustión. Su conocida frase “la respiración es una combustión” es universalmente considerada como el nacimiento de la ciencia de la nutrición. Aunque haría falta más de un siglo para establecer que la respiración está destinada a producir la energía necesaria para el mantenimiento y desarrollo de las estructuras vitales, y que esta energía procede de la oxidación de los tres macronutrientes que tiene lugar en las mitocondrias, Lavoisier había establecido el nexo entre respiración, calor y nutrición, fundando los cimientos del concepto moderno del metabolismo energético. Así mismo los autores señalan que durante el siglo XIX, gracias al trabajo de científicos de Francia y Alemania se suceden grandes aportaciones a este campo y que a lo largo de este siglo se identificaron a los alimentos como el combustible oxidado y se mejoraron gradualmente los equipos para medir el intercambio gaseoso de animales y su liberación de calor bajo diferentes condiciones.

### **2.3.2 La modernidad y el concepto de Respiración.**

Investigadores de la época como Giordan (1988), han realizado estudios desde variadas perspectivas con el propósito de comprender los hechos más sobresalientes en cuanto a la comprensión del concepto Respiración, según el autor los trabajos se pueden clasificar en los encaminados a evaluar la relación entre el  $O_2$  entrante y el  $CO_2$  saliente; los orientados a buscar los componentes de la sangre que intervienen en la oxidación y los centrados en nuevas mediciones termodinámicas que sentaron las bases para el estudio del metabolismo realizados entre los años 1820 y 1850. El autor comenta que sólo a finales del siglo XIX con el desarrollo de la segunda ley de la termodinámica y los conceptos de entropía y entalpía, de la termodinámica aplicada a la química y de la calorimetría se logra medir la producción de calor considerando la relación entre el carbono y el hidrógeno intercambiados en la respiración

Por otro lado de acuerdo a Nicholls (1982), en el estudio de la bioenergética, se han definido tres conceptos centrales a partir de los cuales es

posible explicar el proceso de la respiración desde una perspectiva molecular; estos aspectos reúnen los aportes de, Meyerhof, Warburg, Oswald, Lundsgaard, Lipmann, Kaplan y Mitchell entre muchos otros.

1. Ciclo ADP-ATP. La energía libre liberada por las reacciones metabólicas se almacena en forma de ATP principalmente, o se disipa como calor. La energía almacenada como enlaces de fosfato se utiliza para cualquier trabajo o biosíntesis celular.

2. Ciclo del fosfato, el cual se da en tres fases:

Incorporación de fosfato inorgánico en enlaces macroérgicos mediante acoplamiento con reacciones de oxidación

Transferencia de fosfatos macroérgicos al adenosinmonofosfato

Utilización de la energía libre del enlace pirofosfato de alta energía del ATP con la liberación de fosfato inorgánico.

Llegar a este segundo gran paradigma supuso la maduración del concepto de acoplamiento entre oxidorreducción y formación de compuestos ricos en energía.

3. Hipótesis quimiosmótica. Une el transporte electrónico, la síntesis e hidrólisis del ATP y el transporte de solutos a nivel de membranas celulares. Esta teoría une la bioenergética con la electrofisiología clásica; explica cómo las células almacenan energía química en forma de ATP a partir de la fosforilación oxidativa o fotosintética en tejidos, bacterias o cloroplastos.

En esta línea, Fontúrbel e Ibañez. (2004), realizan una investigación en la que señalan que la energía metabólica de los microorganismos es una fuente prácticamente inagotable, ya que éstos, por medio de su amplia diversidad metabólica, son capaces de utilizar cualquier sustrato como fuente de energía. Esta energía metabólica microbiana puede ser utilizada para la descontaminación de aguas de muchas formas, y de forma secundaria, para la producción de energía por medio de la emisión de gas metano. Los reactores biológicos se han constituido en una buena opción frente a los reactores fisicoquímicos clásicos, y las innovaciones en este campo han llevado a construir reactores basados en organismos fotosintéticos para ayudar al difícil proceso de la recuperación de lagos eutrofizados. Dicha bioremediación también se perfila como la opción

ambientalmente más amigable del siglo XXI, para dar una respuesta efectiva a los problemas de contaminación, ya que estimulando las cepas nativas o introduciendo cepas genéticamente modificadas, es posible eliminar contaminantes en lapsos de tiempo mucho menores que los que tomarían los procesos naturales, sin necesidad de infraestructura de ningún tipo y con un impacto ambiental colateral prácticamente nulo.

Por su parte Páez-Osuna y Osuna-López (1988), en su trabajo: Ventilias hidrotermales en la Cuenca de Guaymas y la Región Dorsal-Este del Pacífico Oriental 21 N: Aspectos Geoquímicos, señalan la existencia de bacterias capaces de vivir dentro y alrededor de oscuros respiraderos, pequeñas ventilas o chimeneas y géiseres de los que emerge agua caliente que llega a alcanzar los 400 grados centígrados. Los científicos suponían que dadas las condiciones extremas de altas presiones, bajas temperaturas, oscuridad absoluta y falta de oxígeno, que existe en estos lugares, la vida como se conocía, sería imposible. Argumentan los autores, que en 1977 fue descubierta una comunidad biológica bajo estas condiciones ambientales en las profundidades de la dorsal de las Islas Galápagos. Y se preguntan: ¿De dónde obtienen la energía estos conspicuos seres para iniciar las cadenas alimenticias? Los autores indican que en estas comunidades que han evolucionado en forma aislada, se han encontrado altas concentraciones de bacterias que llevan a cabo un proceso quimiosintético. Señalan los autores que dichas bacterias extraen su energía del sulfato de hidrógeno (HS) y de otras moléculas que emergen del suelo marino y que tal como las plantas, las bacterias utilizan su energía para construir azúcares a partir de dióxido de carbono y agua. Los azúcares les proveen combustible y materia prima para sus actividades. Con las bacterias se inicia una cadena nutricional que llega hasta organismos vertebrados como peces. Los autores subrayan el hecho que desde los hallazgos, en 1977, en las Galápagos; en 1979, frente a las costas de Nayarit y en 1982, en la Cuenca de Guaymas, ha habido continuos hallazgos a lo largo de todo el sistema global de dorsales: descubrimientos de insólitas comunidades biológicas a profundidades de hasta 3000 metros, o sea, a presiones de 300 atmósferas, con diferencias de temperaturas en unos cuantos metros de 2

a 400 grados centígrados, así como una ausencia absoluta de luz solar y oxígeno disuelto en el agua. Argumentan que la Cuenca de Guaymas es una de las más estudiadas y en ella se ha encontrado gran diversidad de bacterias quimiosintéticas y arqueas, además de que algunos de los resultados de los estudios del mar profundo mexicano tienen aplicación concreta en el corto plazo, por ejemplo, la caracterización de bacterias metanogénicas (bacterias anaerobias obligadas que descomponen la materia orgánica y forma metano) para su uso en la extracción de petróleo a temperaturas y presiones elevadas; aún más el hallazgo de enzimas factibles de usar en la industria farmacéutica y de otras macromoléculas que ayudarían en el control de ciertas especies que atacan cascos de barcos y muelles. Por otro lado, comentan dichos autores que las investigaciones han demostrado que los sistemas hidrotermales han jugado un papel fundamental en la evolución de la Tierra y en los procesos para la síntesis de los compuestos orgánicos que constituyen la base de la vida, por lo que los científicos piensan que las condiciones ambientales en las que se desarrollan las bacterias quimiosintéticas son similares a las que existían hace cerca de 3 500 millones de años, cuando se calcula que surgió la vida en nuestro planeta. Finalmente los autores sugieren que los primeros seres vivos pudieron ser precisamente organismos como estas bacterias y que también se originaron en ambientes como éstos.

En este mismo sentido Gersenowies (2009), en su trabajo titulado “Los orígenes de la vida y de las células” indica que existe fuerte evidencia para proponer que la vida evolucionó a partir de precipitados de monosulfuro férrico, formado en sitios donde existía filtración a través de la tierra hidrotérmica produciendo un gradiente de redox, pH y temperatura en el fluido hidrotérmico rico en sulfuros con aguas conteniendo hierro (II) en el fondo del océano primitivo, esto es, los ecosistemas primigenios debían encontrarse en chimeneas y fuentes hidrotermales. Indica que es muy probable que los compartimientos inorgánicos que se forman en estos sitios de filtración hayan sido los precursores de las paredes y las membranas celulares encontrados en los procariotas de vida libre. La capacidad conocida del FeS y NiS para catalizar la síntesis del acetil-

metilsulfuro a partir del monóxido de carbono y del metilsulfuro, constituyentes del fluido hidrotérmico, indica que ese tipo de síntesis prebióticas ocurrió en las superficies internas de estos compartimientos de paredes de sulfuros metálicos, y que además contuvieron los productos obtenidos de su difusión al océano proporcionando concentraciones suficientemente altas de reactivos para iniciar la transición de la geoquímica a la bioquímica. Por lo que de acuerdo a Gersenowies (2009), el ancestro universal que inferido no era una célula de vida libre, sino que estaba confinado al sistema naturalmente quimiosmótico de compartimientos de FeS dentro de los cuales la síntesis de sus constituyentes ocurrió. Además de que el posible ambiente podría ser una interface entre los ambientes acuosos e hidrofóbicos en el subsuelo de la tierra primitiva protegidos de la radiación.

Por otro lado y en esta misma línea( Peretó, 1994), sugiere que las rutas del metabolismo actual son reacciones escalonadas, que tuvieron que originarse también de forma escalonada, es decir, que el reclutamiento de enzimas se originó en el orden inverso a aquel en que se utilizaron finalmente; según este modelo heterotrófico, un compuesto Z se obtuvo del ambiente mientras abundo en la sopa primordial; el reclutamiento de un catalizador permitió captar el compuesto Y para producir el compuesto Z; una nueva enzima pudo convertir el compuesto X en el compuesto Y. La adquisición de catalizadores sucesivos permitiría al protobionte utilizar una mayor diversidad de sustancias, algunas de ellas cada vez más sencillas. Sin embargo, continúa el autor, cuando se originó la Vida en la Tierra, si no se hubiera producido pronto un reciclado de la materia, los seres vivos, con un metabolismo idéntico, habrían agotado todos los recursos y la vida se habría extinguido en unos 300 millones de años, por lo que en los estudios sobre el origen de la Vida, hay que establecer los ciclos ecológicos; es necesario un actor autótrofo, que pudo aparecer después, a la vez o antes que el organismo heterótrofo. Peretó sugiere que muchas evidencias apuntan a un antes para el metabolismo autótrofo, más en concreto quimiolitótrofo. El autor subraya que actualmente hay un único mapa del metabolismo intermediario, porque todos los organismos vivos, autótrofos o heterótrofos, tienen partes del mismo. Es decir, estamos contemplando un fósil

bioquímico de 4 Ga. El centro del mapa es el ciclo del ácido cítrico, que, según Morowitz (1992), ya estaba presente en los organismos celulares más antiguos.

Peretó (1994), indica que todas las rutas metabólicas comienzan en los compuestos del ciclo, síntesis de azúcares, lípidos, aminoácidos, etc. Y que los datos del árbol de la Vida apuntan a la quimiolitotrofia como el estilo de vida más antiguo, pues, las especies quimiolitótropas despliegan un ciclo reductivo del ácido cítrico para la fijación del CO<sub>2</sub> en compuestos orgánicos y la energía procede de la transformación del potencial redox en ATP y heterociclos de nitrógeno reducido (NADH). El autor apunta al interior de la Tierra como el lugar donde se dieron las condiciones idóneas para la aparición del Ancestro Universal un quimilitótrofo termófilo que utilizaba el H<sub>2</sub>:

1. Abundancia de acuíferos calientes
2. Disponibilidad de metales
3. Minerales disueltos
4. Gases
5. Protección de la radiación espacial
6. Protección de la desecación

En conclusión, el autor sugiere que el inicio de la Vida tuvo que estar precedido de unas condiciones estables, catálisis correcta (metales), disponibilidad de gradientes de energía y precursores orgánicos formados a temperatura y presión elevados.

### **CAPITULO 3: HIPÓTESIS**

Las actividades experimentales como estrategia didáctica permitirán un mejor aprendizaje del tema “Respiración Celular”, en comparación con los grupos en los cuales sólo se presentan de manera teórica los conceptos del tema.

## **CAPITULO 4: OBJETIVOS**

**Objetivo general:** Diseñar, aplicar y evaluar las actividades experimentales como estrategia didáctica para la enseñanza del tema “Respiración Celular” del programa de Biología I (tercer semestre) en el CCH Naucalpan.

**Objetivos particulares:**

- a) Diseño de las actividades experimentales del tema respiración celular.
- b) Aplicar dichas actividades como estrategia didáctica para permitir un mejor aprendizaje del tema “Respiración Celular”.
- c) Evaluar las actividades experimentales como estrategia didáctica.

## CAPITULO 5: MÉTODO

### 5.1 Población.

La estrategia fue aplicada en el Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Naucalpan, la estrategia corresponde al tema II: Procesos de conservación (subtemas: Respiración y Fermentación) de la segunda unidad: ¿Cómo se lleva a cabo la regulación, conservación y reproducción de los sistemas vivos?, del programa de Biología I (tercer semestre) del Colegio de Ciencias y Humanidades. En promedio la edad de los alumnos que cursan la asignatura de Biología I se encuentra entre los 16 y 20 años. De acuerdo a Santrock (2004), a ésta edad los muchachos deben haber desarrollado formas de pensamiento y asimilación del conocimiento muy especializados correspondiente en una forma de pensamiento más compleja (abstracción) en el adolescente. En la asignatura de Biología I se estudian conceptos como Fotosíntesis, Respiración Celular, Síntesis de proteínas, etc., los cuales requieren de un alto grado de abstracción precisamente porque dichos procesos no pueden ni verse ni manejarse directamente con los sentidos comunes. Dichos procesos deben ser deducidos y comprobados con ayuda de extensiones de los sentidos (microscopios, cromatografías, productos del metabolismo celular, etc.) además de un grado de concentración y comprensión de lectura bastante alto. Lo que exige el tiempo y material didáctico adecuado así como las actividades experimentales pertinentes.

En este estudio en particular la edad de los alumnos fluctuó entre los 16 y 19 años. El número de alumnos por grupo seleccionado fue como sigue: Grupo 303 = 22 alumnos, Grupo 323 = 23 alumnos, Grupo 329 = 22 alumnos y Grupo 332 = 19 alumnos.

### **5.2 Criterios de selección de los grupos.**

Fueron seleccionados para este estudio cuatro grupos del turno matutino de la asignatura de Biología I que se imparte en el tercer semestre del CCH Naucalpan. La estrategia didáctica, que consistió en la aplicación de las actividades experimentales, se aplicó a los grupos 303 y 323 que llamaremos Experimental 1 y Experimental 2 respectivamente. Por otro lado, los otros dos grupos, el 329 y 332 fueron considerados como los grupos control (Control 1 y Control 2 respectivamente) pues en éstos dos últimos sólo se desarrolló la parte teórica del programa pero no se aplicaron las actividades experimentales propuestas.

### **5.3 Diseño de las actividades experimentales.**

El diseño de las actividades experimentales (anexo 1) se realizó partiendo de los aprendizajes propuestos para el tema II: Procesos de conservación (subtemas: Respiración y Fermentación) de la segunda unidad: ¿Cómo se lleva a cabo la regulación, conservación y reproducción de los sistemas vivos?, del programa de Biología I (tercer semestre) del Colegio de Ciencias y Humanidades (ver anexo 4). Dichas actividades contienen de una breve introducción teórica de los subtemas Respiración y Fermentación de acuerdo al contenido conceptual requerido.

### **5.4 Diseño de los instrumentos de medición.**

Se diseñaron dos test a y b (ver anexo 2), cada uno de los cuales estuvo compuesto por 30 reactivos de opción múltiple para confirmar el manejo conceptual o declarativo de los contenidos a estudiar. Además se diseñó un cuestionario de opinión a los alumnos que permitiera la evaluación de las actividades experimentales propuestas (ver anexo 3). De acuerdo a Zorrilla (1992), "El cuestionario es un instrumento escrito que debe resolverse sin intervención del investigador, establece provisionalmente las consecuencias lógicas de un problema...que servirán para elaborar las preguntas congruentes con dichas secuencias lógicas." Por lo tanto, las respuestas obtenidas del cuestionario son datos que nos permitieron estudiar el fenómeno de nuestra investigación.

Los test fueron elaborados partiendo de los aprendizajes propuestos para el tema II: Procesos de conservación (subtemas: Respiración y Fermentación) de la

segunda unidad: ¿Cómo se lleva a cabo la regulación, conservación y reproducción de los sistemas vivos?, del programa de Biología I (tercer semestre) del Colegio de Ciencias y Humanidades (ver anexo 4).

Para poder validar y dar consistencia a los test se triplicó el tipo de pregunta, es decir, se explora el mismo contenido tres veces a lo largo del test cambiando únicamente la forma de la pregunta. Ejemplo:

1. La respiración en los sistemas vivos es un proceso donde...

- a) Se realiza la fotosíntesis
- b) Se obtiene energía\*
- c) Se purifica la sangre
- d) Se almacenan los nutrientes necesarios

11. Célula obtiene energía a través de un proceso llamado...

- a) Anabolismo
- b) Deshidratación
- c) Respiración\*
- d) Lactato

21. La molécula de energía química obtenida a través de la respiración celular se conoce como:

- a) AMP
- b) NAD
- c) ATP\*
- d) H<sub>2</sub>O

### **5.5 Diseño de la intervención.**

Los dos test a y b fueron aplicados a cuatro grupos de tercer semestre de Biología I del CCH Naucalpan, un test antes de la actividad experimental y otro después, con el fin de poder contrastar los resultados y poder inferir acerca de los resultados así obtenidos.

Para garantizar que estuvieran contrabalanceados se aplicaron los dos test de la siguiente manera:

- a) En dos grupos (experimentales) se desarrolló el tema “Respiración Celular”, la teoría y las actividades experimentales propuestas como estrategia didáctica. Se aplicaron los test antes y después de las actividades experimentales.

	Grupo experimental 1 (303)	Grupo experimental 2 (323)
Antes	Test a	Test b
Después	Test b	Test a

- b) En otros dos grupos (control) se desarrolló el tema pero sólo la teoría y de igual manera se aplicaron los test antes y después de concluido el tema “Respiración Celular”

	Grupo control 1 (329)	Grupo control 2 (332)
Antes	Test a	Test b
Después	Test b	Test a

El cuestionario de opinión sólo fue proporcionado a los grupos que desarrollaron las actividades experimentales, pues este último consiste en la opinión y sugerencias respecto a las actividades experimentales realizadas.

La intervención se llevó a cabo de la siguiente manera:

En el programa de Biología I se contemplan para el desarrollo del tema, de 5 a 8 horas, por lo que se debe realizar el ajuste correspondiente para equilibrar la teoría con la práctica. En este caso se ocuparon las primeras cuatro horas para desarrollar la teoría del tema Respiración, la cual comprende la revisión los aspectos generales de la Glucólisis, Ciclo de Krebs, Cadena de transporte de electrones y la importancia de los procesos anteriores. Se pretende que al final el alumno pueda explicar los aspectos generales de la respiración y comprenda que los sistemas vivos se mantienen gracias a su capacidad de transformar energía. Las cuatro horas restantes fueron empleadas para el desarrollo de las actividades prácticas propuestas. De estas últimas en las primeras dos horas se aplicó la actividad práctica denominada “Respiración aerobia” y las dos restantes la actividad denominada “Fermentación” (ver anexo 1). En los dos grupos que se llevó a cabo la intervención (experimentales) se formaron 5 equipos de 4-5 estudiantes para el trabajo de laboratorio, se les indicó desde un principio que la realización de las actividades anteriores formaría parte de la evaluación normal del curso.

## 5.6 Análisis de datos.

### 5.6.1 Test de opción múltiple.

Se determinó el coeficiente de correlación entre los cuatro grupos (intervención y control) para validar las respuestas proporcionadas en los test, además de la comparación de medias y varianzas, así como una prueba de t.

### 5.6.2 Cuestionario de opinión.

Prueba de chi-cuadrada para determinar la significancia de las respuestas al cuestionario de opinión entre los dos grupos experimentales, es decir, poder determinar si ambos grupos proporcionan la misma respuesta a una pregunta determinada.

A continuación se presentan los criterios para cada una de las preguntas formuladas en el cuestionario de opinión, así como los porcentajes considerados para cada rubro.

1. ¿Las actividades experimentales realizadas te motivaron para querer aprender más del tema "Respiración celular"?

100-80%	Motivados
79-60%	Ligeramente motivados
59-40%	Indecisos
39-20%	Ligeramente desmotivados
19-0%	Desmotivados

2. ¿Te sentiste a gusto durante el trabajo de laboratorio?

100-80%	A gusto
79-60%	Ligeramente a gusto
59-40%	Indecisos
39-20%	Ligeramente a disgusto
19-0%	A disgusto

3. ¿Qué opinas de los materiales que se emplearon?

100-80%	Buena opinión
79-60%	Opinión favorable
59-40%	Indecisos
39-20%	Opinión desfavorable
19-0%	Mala opinión

4. ¿Te gustó haber trabajado con sistemas vivos?

100-80%	A gusto
79-60%	Ligeramente a gusto
59-40%	Indecisos
39-20%	Ligeramente a disgusto
19-0%	A disgusto

5. ¿Aprendes mejor cuando complementas la teoría con la práctica?

100-80%	Motivados para aprender
79-60%	Ligeramente motivados para aprender
59-40%	Indecisos
39-20%	Ligeramente desmotivados para aprender
19-0%	Desmotivados para aprender

6. ¿Qué tipo de prácticas de laboratorio te gusta realizar?

	De cualquier tipo	Sistemas vivos	Microscopio	Otras (física, química, computación, etc.)
303	Porcentajes			
323				

7. ¿Generalmente realizas actividades prácticas en tus asignaturas de Biología?

100-80%	Muy frecuente
79-60%	Frecuente
59-40%	Indecisos
39-20%	Poco frecuente
19-0%	No las realizan

8. ¿Te gustaría realizar más actividades prácticas en tus asignaturas de Biología?

100-80%	Sí le gustaría
79-60%	Ligeramente interesados
59-40%	Indecisos
39-20%	Ligeramente desinteresados
19-0%	Desinteresados

9. ¿Te motivaría más proponer tus propias actividades prácticas o experimentales?

100-80%	Motivados
79-60%	Ligeramente motivados
59-40%	Indecisos
39-20%	Ligeramente desmotivados
19-0%	Desmotivados

10. ¿Crees que el haber realizado las actividades prácticas te ayudó a comprender mejor la teoría del tema "Respiración celular"?

	Sí	No	Indecisos	No contestó
303	Porcentajes			
323				

11. ¿Te gusta el trabajo de laboratorio?

100-80%	Sí les gusta
79-60%	Ligeramente interesados
59-40%	Indecisos
39-20%	Ligeramente desinteresados
19-0%	Desinteresados

## CAPITULO 6: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 6.1 VALIDACIÓN DE LAS RESPUESTAS PROPORCIONADAS POR LOS ALUMNOS EN EL PRE-TEST Y POST-TEST.

#### 6.1.1 Grupos con la intervención.

En la tabla 1 se presentan los resultados del análisis de correlación entre los tres segmentos de los test.

Grupo	Test	C <sub>1</sub> -C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> -C <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> -C <sub>3</sub>
303	Pre-test (test A)	0.04 (p>0.05)	0.68 (p>0.05)	0.48 (p>0.05)
303	Post-test (test B)	0.22 (p>0.05)	-0.10 (p>0.05)	0.51 (p>0.05)
323	Pre-test (test B)	0.30 (p>0.05)	0.35 (p>0.05)	0.50 (p>0.05)
323	Post-test (test A)	-0.16 (p>0.05)	0.21 (p>0.05)	0.78 (p<0.05)

Tabla 1. Análisis de correlación de las respuestas de los alumnos en los tres segmentos de los test de los grupos con intervención.

En la tabla 1 es notorio que no existe una correlación entre las porciones de los test tanto antes como después de la intervención, esto implica que no se puede afirmar que los alumnos de ambos grupos respondieran los test prestando toda la atención, posiblemente lo contestaron al azar.

#### 6.1.2 Grupos control.

En la tabla 2 se presentan los resultados del análisis de correlación entre los tres segmentos de los test.

Grupo	Test	C <sub>1</sub> -C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> -C <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> -C <sub>3</sub>
329	Pre-test (test A)	0.10 (p>0.05)	-0.11 (p>0.05)	-0.02 (p>0.05)
329	Post-test (test B)	0.10 (p>0.05)	-0.43 (p>0.05)	0.35 (p>0.05)
332	Pre-test (test B)	-0.12(p>0.05)	-0.29 (p>0.05)	0.12 (p>0.05)
332	Post-test (test A)	0.01 (p>0.05)	0.23 (p>0.05)	-0.06 ((p>0.05)

Tabla 2. Análisis de correlación de las respuestas de los alumnos en los tres segmentos de los test de los grupos control.

En la tabla 2 es notorio que no existe una correlación entre las tres porciones de los test tanto antes como después de presentar el tema, esto indica que no se puede afirmar que los alumnos de ambos grupos respondieron los test prestando toda la atención, posiblemente lo contestaron al azar.

## 6.2 COMPARACIÓN DE LA DIFERENCIA (POST-TEST – PRE-TEST) DE CALIFICACIONES ENTRE LOS GRUPOS CONTROL Y LOS GRUPOS CON INTERVENCIÓN.

Para poder decidir si la intervención permite un mejor aprendizaje, se obtuvieron las diferencias en las calificaciones entre el Post-test menos el Pre-test, planteándose las siguientes hipótesis:

Ho:  $(\text{Post-test} - \text{Pre-test})_{\text{intervención}} \leq (\text{Post-test} - \text{Pre-test})_{\text{control}}$

La estrategia no permite un mayor aprendizaje.

Ha:  $(\text{Post-test} - \text{Pre-test})_{\text{intervención}} > (\text{Post-test} - \text{Pre-test})_{\text{control}}$

La estrategia permite un mayor aprendizaje

Aplicando la prueba de “t” múltiple con la corrección de Bonferroni se obtuvo la tabla 3 que se presenta a continuación:

Tabla 3. Prueba de “t” múltiple

Comparaciones	“t” multiple	P
Gpo. 303 vs Gpo. 329	0.5516	>0.05
Gpo. 303 vs Gpo. 332	-0.3949	>0.05
Gpo. 323 vs Gpo. 329	1.5362	>0.05
Gpo. 323 vs Gpo. 332	0.5736	>0.05

De acuerdo a la tabla 3 podemos afirmar que la intervención no permite un mayor aprendizaje, dado que la diferencia de calificación entre los grupos control y los grupos con intervención son estadísticamente iguales.

### 6.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL CUESTIONARIO DE OPINIÓN.

Comparando las respuestas de los grupos con intervención, el 303 y 323 (ver anexo 5) a la pregunta 1 (¿Las actividades experimentales realizadas te motivaron para querer aprender más del tema “Respiración celular?”), y al aplicar la prueba chi-cuadrada, se puede observar que no hay diferencias significativas ( $\chi^2=3.56$   $P>0.05$  ver anexo 6), por lo que podemos afirmar que ambos grupos proporcionan la misma respuesta, la cual nos indica que el 72.7% de los alumnos consideran que las actividades experimentales sí los motivaron, el 15.9% considera que no se sintieron motivados, mientras que un 11.9% está indeciso (Figura1). Y de acuerdo a los criterios establecidos con anterioridad en la metodología, esto nos permite afirmar que hay una motivación ligera.



Figura 1. Representación gráfica de las respuestas a la pregunta: ¿Las actividades experimentales realizadas te motivaron para querer aprender más del tema “Respiración celular”?

De acuerdo a las respuestas de la pregunta 2 de ambos grupos (¿Te sentiste a gusto durante el trabajo de laboratorio?) tampoco se observan diferencias significativas ( $\chi^2=1.26$   $P>0.05$  ver anexo5), pudiéndose afirmar que los dos grupos opinan lo mismo con referencia al trabajo de laboratorio, lo cual muestra que el 93.2% se sintió a gusto, el 2.3% no se sintió a gusto, mientras que el 4.5% está indeciso (Figura2). Y de acuerdo a los criterios establecidos con anterioridad en la metodología, esto nos permite afirmar que en general la mayoría de los alumnos se sintieron a gusto durante la realización del trabajo de laboratorio.

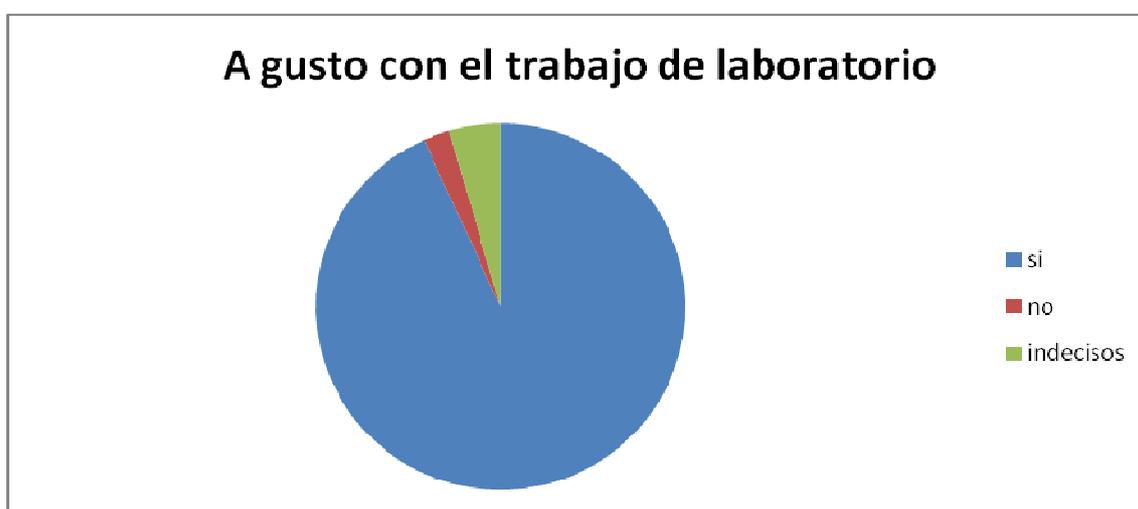


Figura 2. Representación gráfica de las respuestas a la pregunta: ¿Te sentiste a gusto durante el trabajo de laboratorio?

Con respecto a las respuestas de la pregunta 3 de ambos grupos (¿Qué opinas de los materiales que se emplearon?) tampoco se observan diferencias significativas ( $\chi^2=6.31$   $P>0.05$  ver anexo 5), pudiéndose afirmar que ambos grupos opinan lo mismo con referencia a los materiales que se emplearon, lo cual indica que el 58.8% piensa que se encuentran en buen estado, 5.88% que están en mal estado, 15.69% opina que son adecuados, 9.8% que fueron inadecuados y el otro 9.8% que son interesantes (Figura3). Y de acuerdo a los criterios establecidos con anterioridad en la metodología, esto nos permite afirmar que en general la mayoría de los alumnos están indecisos en cuanto a si los materiales empleados fueron adecuados o inadecuados.

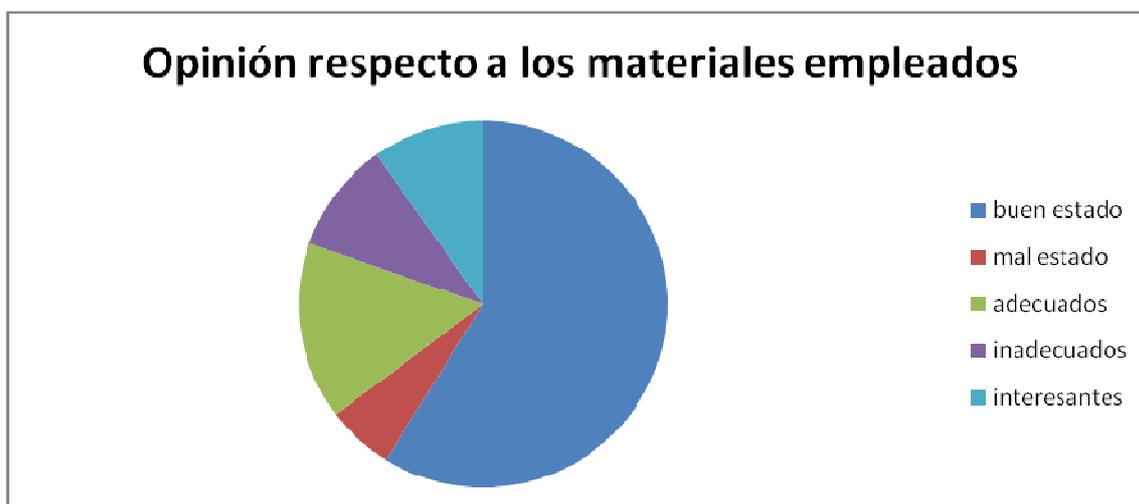


Figura 3. Representación gráfica de las respuestas a la pregunta: ¿Qué opinas de los materiales que se emplearon?

Por otro lado el resultado de las respuestas de dichos grupos a la pregunta 4 (¿Te gustó haber trabajado con sistemas vivos?), nos muestra que no hay diferencias significativas ( $\chi^2=0$   $P>0.05$  ver anexo 5), lo que permite afirmar que ambos grupos opinan lo mismo con referencia al trabajo con sistemas vivos, ya que el 100% de los alumnos manifiestan que les gustó trabajar con sistemas vivos (Figura 4).

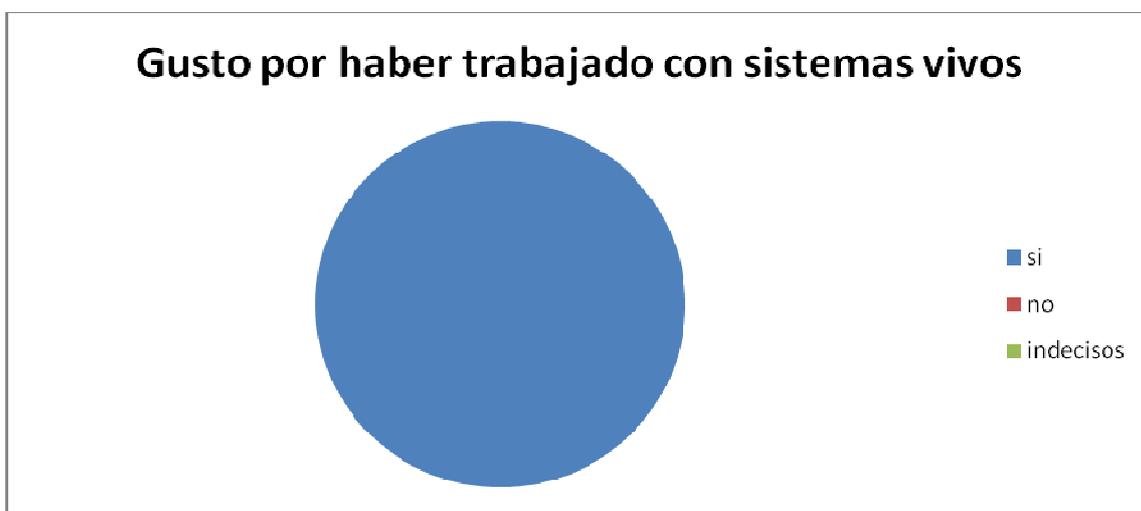


Figura 4. Representación gráfica de las respuestas a la pregunta: ¿Te gustó haber trabajado con sistemas vivos?

De acuerdo a las respuestas de la pregunta 5 de ambos grupos (¿Aprendes mejor cuando complementas la teoría con la práctica?) tampoco se observan diferencias significativas ( $\chi^2=0$   $P>0.05$  ver anexo 5), pudiéndose afirmar que los dos grupos opinan lo mismo con referencia a complementar la teoría con la práctica, ya que el 100% de los alumnos opinan que sí aprender mejor cuando la teoría esta complementada con actividades prácticas (Figura 5). Y de acuerdo a los criterios establecidos con anterioridad en la metodología, esto nos permite afirmar que hay una fuerte motivación para aprender cuando se complementa la teoría con actividades prácticas.

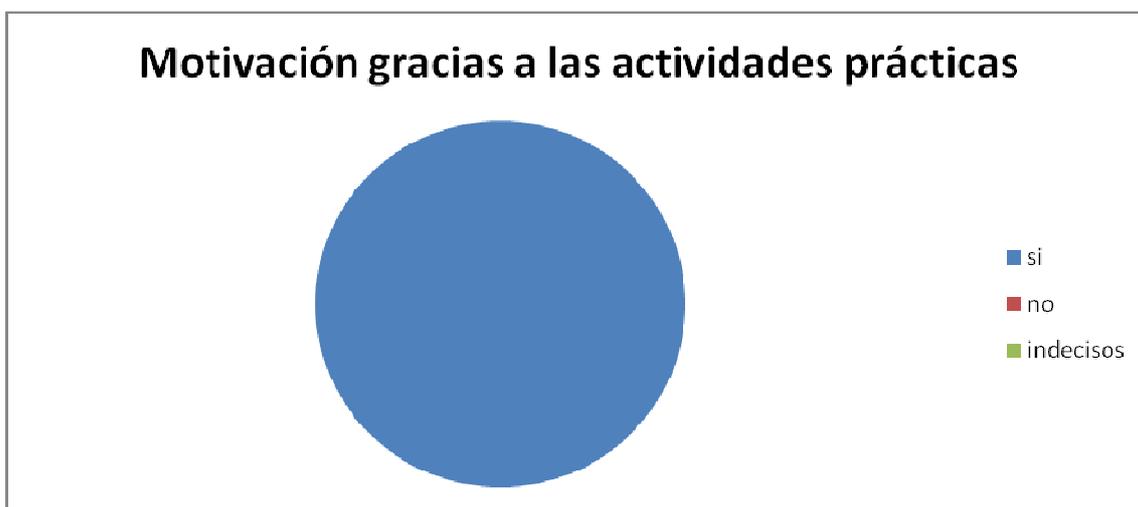
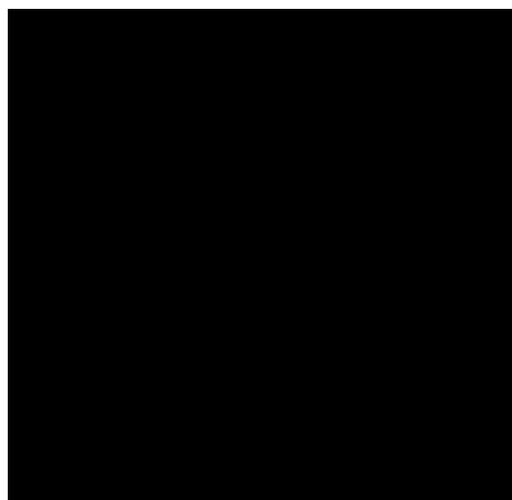


Figura 5. Representación gráfica de las respuestas a la pregunta: ¿Aprendes mejor cuando complementas la teoría con la práctica?

En cuanto al resultado de las respuestas a la pregunta 6 (¿Qué tipo de prácticas de laboratorio te gusta realizar?), al comparar los grupos en cuestión, se observó que sí hay diferencias significativas ( $\chi^2=11.38$   $P<0.05$  ver anexo 5), lo cual implica que los grupos poseen diferentes opiniones. En el grupo 303, el 38.1% opina que les gusta realizar prácticas de cualquier tipo, el otro 38.1% prefieren las actividades prácticas relacionadas con sistemas vivos, mientras que un 23.8% prefieren las actividades que tengan que ver con el uso y manejo del microscopio (Figura 6). Por otro lado en el grupo 323 el 13% opina que les gusta realizar prácticas de cualquier tipo, un 30.4% que prefieren las actividades relacionadas con sistemas vivos, otro 17.4% opina que se inclina por las actividades relacionadas con el microscopio y un 39.2% está interesado en realizar otro tipo de actividades prácticas no relacionadas con Biología, por ejemplo actividades relacionadas con Física, Química, Computación, etc. (Figura 7). Y de acuerdo a los criterios establecidos con anterioridad en la metodología, esto nos permite afirmar que existe una heterogeneidad, la cual se ve reflejada en el análisis.



Figuras 6 (grupo 303) y 7 (grupo 323). Representación gráfica de las respuestas a la pregunta: ¿Qué tipo de prácticas de laboratorio te gusta realizar?

De acuerdo a las respuestas de la pregunta 7 entre ambos grupos (¿Generalmente realizas actividades prácticas en tus asignaturas de Biología?) tampoco se observan diferencias significativas entre ambos grupos ( $\chi^2=2.67$   $P>0.05$  ver anexo 5), por lo que se puede afirmar que opinan lo mismo con referencia a la frecuencia con que realizan actividades prácticas en sus asignaturas de Biología, lo cual muestra que el 68.18% generalmente sí realiza actividades prácticas, el 13.64% generalmente no realiza este tipo de actividades, el 15.91% está indeciso y el 2.27% no contestó (Figura 8). Y de acuerdo a los criterios establecidos con anterioridad en la metodología, esto nos permite afirmar que en general la mayoría de los alumnos realizan este tipo de actividades prácticas con poca frecuencia.

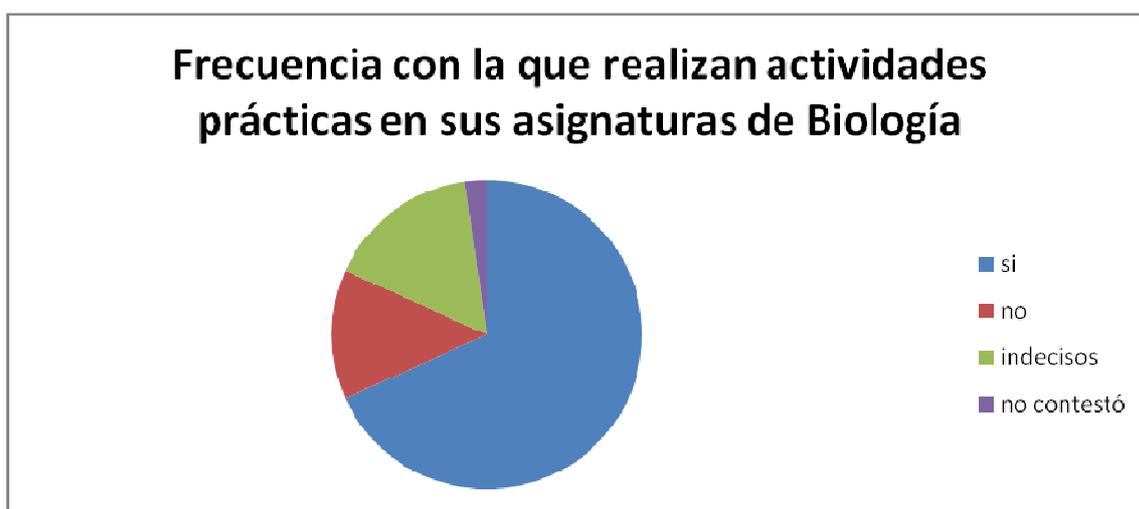


Figura 8. Representación gráfica de las respuestas a la pregunta: ¿Generalmente realizas actividades prácticas en tus asignaturas de Biología?

En relación a las respuestas a la pregunta 8 (¿Te gustaría realizar más actividades prácticas o experimentales?) en ambos grupos no se observan diferencias significativas ( $\chi^2=1.88$   $P>0.05$  ver anexo 5), por lo que se puede afirmar que los dos grupos opinan lo mismo con respecto al interés por realizar más actividades prácticas o experimentales, y como se puede apreciar el 84.1% opina que le gustaría realizar más actividades prácticas, el 4.55% opina que no le gustaría y el 11.36% está indeciso (Figura 9). Y de acuerdo a los criterios establecidos con anterioridad en la metodología, esto nos permite afirmar que en general a la mayoría de los alumnos sí les gustaría realizar más actividades prácticas o experimentales en laboratorio.



Figura 9. Representación gráfica de las respuestas a la pregunta: ¿Te gustaría realizar más actividades prácticas o experimentales?

De acuerdo a las respuestas de la pregunta 9 entre ambos grupos (¿Te motivaría más proponer tus propias actividades prácticas o experimentales?) tampoco se observan diferencias significativas entre ambos grupos ( $\chi^2=4.48$   $P>0.05$  ver anexo 5), por lo que se puede afirmar que los dos grupos opinan lo mismo en cuanto a proponer por ellos mismos sus propias actividades prácticas o experimentales, se puede observar que el 52.27% de los alumnos opinan que sí les motivaría proponer sus propias actividades prácticas, el 22.73% opina que no los motivaría, mientras que el 25% está indeciso (Figura 10). Y de acuerdo a los criterios establecidos con anterioridad en la metodología, esto nos permite afirmar que en general los alumnos están indecisos respecto a proponer ellos mismos sus propias actividades prácticas o experimentales.

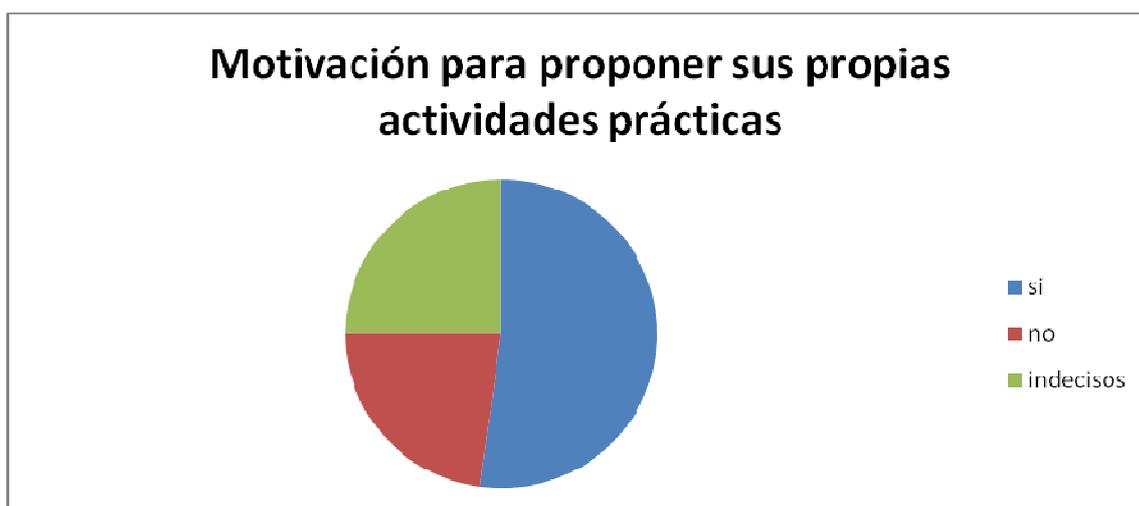
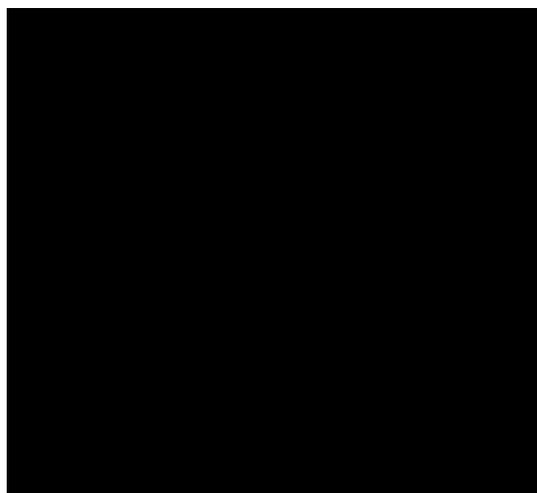


Figura 10. Representación gráfica de las respuestas a la pregunta: ¿Te motivaría más proponer tus propias actividades prácticas o experimentales?

En cuanto al resultado de las respuestas a la pregunta 10 (¿Crees que el haber realizado prácticas te ayudó a comprender mejor la teoría del tema “Respiración celular?”), al comparar los grupos 303 y 323, se observa que hay diferencias significativas ( $\chi^2=8.89$   $P<0.05$  ver anexo 5), lo cual implica que los grupos poseen opiniones diferentes. En el grupo 303, el 70% opina que sí les ayudó la actividad práctica para comprender mejor la teoría, el 10% opina que no les ayudó, el 0% o ningún alumno se mostró indeciso, mientras que el 20% no contestó (Figura 11). Por otro lado en el grupo 323 el 95% opina que sí les ayudó la actividad práctica para comprender mejor la teoría, el 0% o ningún alumno opinó que lo les haya ayudado, y el 4.17% se mostró indeciso, en este grupo todos los alumnos contestaron a la pregunta del cuestionario (Figura 12). Y de acuerdo a los criterios establecidos con anterioridad en la metodología, esto nos permite afirmar que los alumnos del grupo 323 consideran que las actividades prácticas sí les ayudaron a comprender el tema, en una proporción mayor que en el grupo 303.



Figuras 11 (grupo 303) y 12 (grupo 323). Representación gráfica de las respuestas a la pregunta: ¿Crees que el haber realizado prácticas te ayudó a comprender mejor la teoría del tema “Respiración celular”?

Por otro lado el resultado de las respuestas de los grupos 303 y 323 a la pregunta 11 (¿Te gusta el trabajo de laboratorio?), nos muestra que no hay diferencias significativas ( $\chi^2=0$   $P>0.05$  ver anexo 5), lo que permite afirmar que ambos grupos opinan lo mismo con referencia al gusto por el trabajo de laboratorio, así podemos observar que el 95.45% opina que sí les gusta el trabajo de laboratorio, el 0% o ningún alumno opina que no le gusta, mientras que el 4.54% está indeciso (Figura 13). Y de acuerdo a los criterios establecidos con anterioridad en la metodología, esto nos permite afirmar que en general a los alumnos sí les gusta el trabajo de laboratorio.

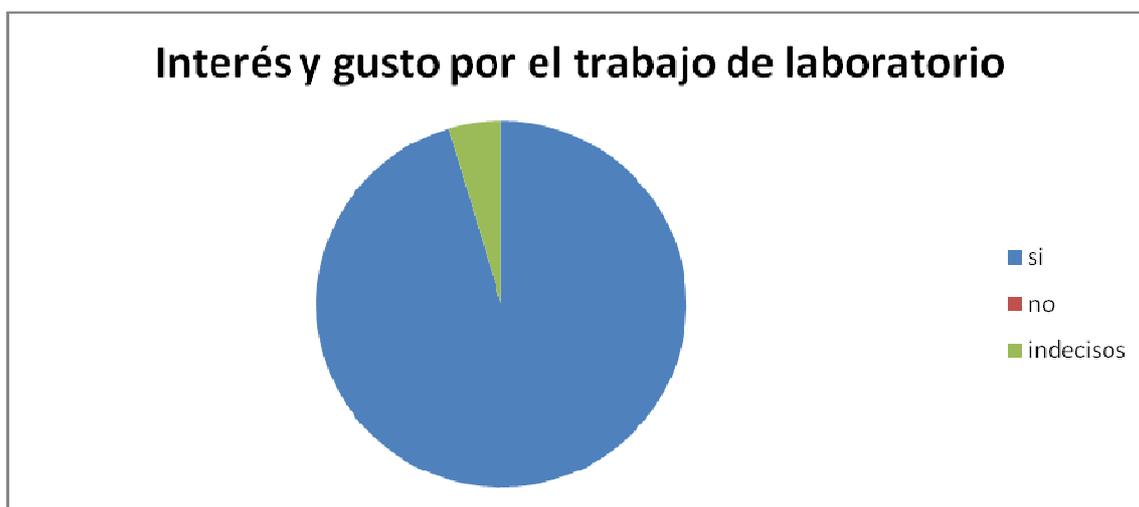


Figura 13. Representación gráfica de las respuestas a la pregunta: ¿Te gusta el trabajo de laboratorio?

## **CAPITULO 7: CONCLUSIONES**

De acuerdo a los resultados, estadísticamente no se muestra que haya una diferencia significativa en cuanto al aprendizaje entre los grupos control y los grupos con la intervención. Esto es, no hay elementos para apoyar la hipótesis de que las actividades experimentales como estrategia didáctica permitieran un mejor aprendizaje del tema “Respiración Celular”, en comparación con los grupos en los cuales sólo se presentan de manera teórica los conceptos del tema.

Aunque estadísticamente no se haya podido sustentar la idea que las actividades experimentales como estrategia didáctica hayan mejorado el aprendizaje del tema, de acuerdo a las opiniones vertidas por los alumnos en los cuestionarios de opinión, aplicado a los grupos con intervención, se revela que en general los estudiantes consideran que la estrategia aplicada fue buena y que prefieren realizar dichas actividades prácticas como complemento a la parte teórica del tema, pues esto los motiva para querer aprender más.

En este sentido se puede afirmar que en general las actividades experimentales propuestas como estrategia didáctica, mejoraron en varios sentidos la motivación de los alumnos hacia el aprendizaje del tema “Respiración Celular”. En relación a evidencias como fueron los cuestionarios de opinión, se pueden observar comentarios favorables de parte de los alumnos hacia la estrategia propuesta.

De acuerdo a la escala establecida (ver método y anexo 5) y con base a los diferentes rubros, se pueden presentar las siguientes conclusiones.

**Motivación:** En general los alumnos se sintieron ligeramente motivados y algunos de sus comentarios fueron: “son interesantes”, “despiertan curiosidad”, “me motivaron a querer aprender más”, “son entretenidas”, “fue didáctico”, “propició la cooperación”, etc.

**Gusto por el trabajo de laboratorio:** Podemos concluir que la mayoría de los alumnos se sintieron a gusto durante la realización del trabajo de laboratorio y algunos de los comentarios son los siguientes: “me gusta hacer experimentos”. “mejora el interés”, “no me aburrí”, “propició el convivio”, etc.

Opinión en cuanto a los materiales de laboratorio empleados: Se puede afirmar que la mayoría de los alumnos se mostraron indecisos en cuanto a si los materiales empleados fueron adecuados o inadecuados y algunos de los comentarios más sobresalientes fueron desde que “estuvieron padres”, “de lujo”, “fueron los adecuados”, “se encontraban en buen estado”, “aprendí su cuidado y uso”, hasta comentarios como “no eran los indicados para la práctica”, “algunos no fueron adecuados”, “deberían estar en mejor estado”, “bien aunque hay que saber usarlos”.

Gusto por haber trabajado con sistemas vivos: En este caso la conclusión es que al 100% de los alumnos manifiestan que les gustó trabajar con sistemas vivos y algunos de los comentarios fueron “me gusta todo lo que tenga vida”, “son muy interesantes”, “fue genial”, “me motivan”, “aprendo o conozco más del tema”.

En cuanto a la pregunta ¿Aprendes mejor cuando complementas la teoría con la práctica?, se puede afirmar que hay una fuerte motivación de parte de los alumnos para aprender cuando se complementa la teoría con actividades prácticas y algunos de los comentarios vertidos en los cuestionarios de opinión fueron que “me motiva”, “me gusta hacer cosas prácticas”, “presto mayor atención”, “facilita aprender”, “me gusta experimentar”, “reafirmo el conocimiento teórico”, “me gustaría que siempre fuera así”, “no es aburrido”.

Tipo de prácticas que les gustan realizar: Se puede concluir que en este caso existió una diferencia significativa entre las opiniones de los grupos 303 y 323, pues el primer grupo se inclina por realizar actividades prácticas ya sean de cualquier tipo mientras estén relacionadas con Biología o actividades relacionadas con sistemas vivos o actividades relacionadas con el uso y manejo del microscopio. Por otra parte el grupo 323 prefiere en mayor grado actividades prácticas que no están relacionadas con la Biología, pues casi el 40% del grupo manifestó la preferencia por actividades prácticas relacionadas con asignaturas como física, química o computación.

Frecuencia con la que realizan actividades prácticas en sus asignaturas de Biología: A manera de conclusión se puede afirmar que en general la mayoría de los alumnos realizan este tipo de actividades prácticas con poca frecuencia.

En relación a la pregunta ¿Te gustaría realizar más actividades prácticas o experimentales?, se puede afirmar que a la mayoría de los alumnos sí les gustaría realizar más actividades prácticas o experimentales en laboratorio y algunas de las opiniones fueron “sería más divertido”, “son interesantes”, “se aprendería más”, “motivan más”, “la teoría es aburrida”.

Opinión en cuanto a la pregunta ¿Te motivaría más proponer tus propias actividades prácticas o experimentales?, podemos concluir que los alumnos están indecisos respecto a proponer ellos mismos sus propias actividades prácticas y algunos de los comentarios son: “sería interesante”, “a veces”, “se me haría difícil”, “sería estresante”, “que las siga proponiendo el profesor”.

Por otro lado las respuestas a la pregunta ¿crees que el haber realizado prácticas te ayudó a comprender mejor la teoría del tema “respiración celular”?, también varían ampliamente, es decir, se observan diferencias significativas entre los grupos 303 y 323, lo cual nos permite concluir que los alumnos del grupo 323 consideran que las actividades prácticas, sí les ayudaron a comprender el tema propuesto en una proporción mayor que en el grupo 303. Algunos de los comentarios fueron: 323 (“comprendo mejor”, “me quedó claro”, hay mejor aprendizaje”), 303 (“para comprender más”, “para comprobar la teoría”)

Interés y gusto por el trabajo de laboratorio: como conclusión podemos afirmar que en general a los alumnos sí les gusta el trabajo de laboratorio y algunos de los comentarios favorables vertidos por los alumnos son: “es divertido”, “es interesante”, “permite entender mejor la teoría”, “se aprende mejor”, “aprendí cosas nuevas”, “la clase es más entretenida”.



## CAPITULO 8: ANEXOS

### ANEXO I



## RESPIRACIÓN CELULAR

(Tomado y adecuado de Warren D. D. (1997))

**Elaboró: Profesor Luis Alejandro Castelán Sánchez**

**Biología I. Segunda unidad: ¿Cómo se lleva a cabo la regulación, conservación y reproducción de los sistemas vivos?**

**Tema II: Procesos de conservación. Respiración y fermentación.**

Objetivos:

Al finalizar la actividad el estudiante deberá:

1. Comprender que los sistemas vivos se mantienen gracias a su capacidad de transformar energía.
2. Tener un mejor entendimiento de los reactivos y productos participantes en la ecuación de la respiración celular.
3. Conocer las diferencias entre la respiración aerobia y la fermentación.

### INTRODUCCIÓN.

La respiración es un proceso necesario en todos los sistemas vivos. La respiración permite a las células producir la energía necesaria para que los sistemas vivos puedan realizar sus funciones vitales (crecer, reproducirse, transportar nutrientes, defenderse, etc.). Mediante la respiración los sistemas vivos también expulsan las sustancias de desecho de las células. Al respirar los sistemas vivos consumen oxígeno y expulsan dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).

Al igual que los animales, las plantas respiran. La respiración en las plantas consiste en el intercambio de gases entre la planta y la atmósfera. Las plantas toman oxígeno de la atmósfera y utilizan las reservas de hidratos de carbono para expulsar dióxido de carbono y agua en forma de vapor a la atmósfera. Este proceso se realiza a través de unas aberturas de las hojas y de las partes verdes de la planta, llamadas estomas, y de otra serie de aberturas en la corteza de tallos, llamados lenticelas, o raíces (pelos radicales). La respiración en las plantas sería una especie de proceso contrario al de la fotosíntesis: En la fotosíntesis la planta obtiene dióxido de carbono y expulsa oxígeno; en la respiración la planta toma oxígeno y desprende dióxido de carbono.

Mientras que la fotosíntesis solamente se realiza por el día, la respiración se lleva a cabo tanto por el día como por la noche. La respiración de las plantas produce la transpiración o pérdida del agua. Cuando falta agua en la atmósfera las plantas tienen la capacidad de cerrar los estomas para no perder agua.

La respiración celular al igual que la fermentación son procesos catabólicos y en general son procesos de oxidación de las moléculas orgánicas, es decir van perdiendo electrones y dependiendo de la naturaleza orgánica e inorgánica del último aceptor.

La ecuación general que describe la respiración es:



Cada molécula energética está compuesta de átomos unidos por enlaces con cantidades fijas de energía. Durante el proceso de respiración los átomos dentro de las moléculas y consecuentemente sus enlaces químicos mantienen a los electrones juntos, y arreglados de tal forma que las grandes cantidades de energía libre son transferidas a cada enlace de alta energía.

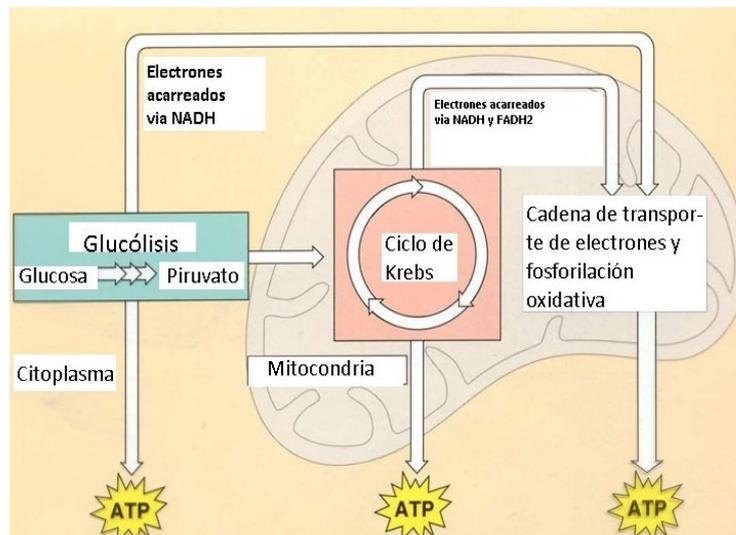
La oxidación de una molécula implica la pérdida de un electrón de la molécula y consecuentemente, la transferencia de energía al ATP (adenosín trifosfato). Energía que puede ser usada para formar nuevos enlaces. En muchos casos, un protón se mueve junto con el electrón. Ya que un protón y un electrón conforman un átomo de hidrógeno, la molécula que ha sido oxidada, en este caso, pierde un átomo de hidrógeno. Consecuentemente, la forma más común de oxidación es la deshidrogenación.

#### Respiración Aerobia de Carbohidratos.

En la respiración aerobia se lleva a cabo en cuatro procesos principales:

1. **Glucólisis:** La conversión de la molécula glucosa de 6 carbonos a moléculas de ácido pirúvico (piruvato) de 3 carbonos con una formación neta de 2 ATP. La glucólisis tiene lugar en el citoplasma.
2. **Estado de transición:** La conversión de piruvato a Acetil-coenzima A, ocurre cuando el piruvato pierde un átomo de carbono formando dióxido de carbono y transformándose en una molécula de dos carbonos. Ésta entonces forma un enlace con la coenzima A, formando Acetil-coenzima A.
3. **Ciclo de Krebs:** (*o Ciclo del Ácido Cítrico*): La Acetil-coenzima A es convertida a dióxido de carbono con la pérdida de electrones y protones (iones hidrógeno). El Acetil-coenzima A entra al ciclo del ácido cítrico combinándose con un compuesto de cuatro carbonos, el ácido oxaloacético presente en la mitocondria. El proceso entero tiene lugar en la matriz mitocondrial.
4. **Sistema de Transporte de Electrones:** Los protones (iones hidrógeno) y los electrones removidos desde la molécula energética durante las fases del proceso, son acarreados por una molécula llamada NAD o FAD. Estos últimos son transferidos a lo largo de una cadena de compuestos aceptores de electrones. Al final de la cadena, los electrones son aceptados por átomos de oxígeno y se combinan con protones (iones de hidrógeno) para producir agua. Como los electrones son transferidos de un aceptor de electrones a otro, un gradiente de protones se establece, los cuales fijan el estado de la producción de ATP por quimiosíntesis. Cada vez que un par de electrones pasa desde el  $\text{NADH}_2$  al oxígeno tres moléculas de ATP son formadas. El  $\text{FADH}_2$  no entra al sistema de transporte de electrones en el

mismo punto, así solamente dos moléculas de ATP son formadas por cada par de electrones llevados por el FAD. Durante los previos tres estados de la respiración un total de 10  $\text{NADH}_2$  fueron formados, mientras que se formaron sólo 2 de  $\text{FADH}_2$ . Esto significa que se producen 30 moléculas de ATP por el  $\text{NADH}_2$ , mientras que se producen sólo 4 por el  $\text{FADH}_2$ . Cuando esto es sumado a los 2 ATP producidos durante la glucólisis y los 2 ATP producidos durante el ciclo de Krebs, podemos obtener un total de 38 moléculas de ATP producidas en total durante el proceso de la respiración celular aerobia. Se sabe que la producción total de moléculas de ATP oscila entre 36 y 38. La razón para esta discrepancia es que no todas las moléculas de  $\text{NADH}_2$  es transferido al lugar correcto en la mitocondria.



### Actividad práctica 1:

En éste experimento el estudiante pondrá a germinar 100 semillas de frijol aproximadamente de una a dos semanas antes de la actividad, de tal manera que pueda observar indirectamente la producción de dióxido de carbono y el consumo de oxígeno.

La respiración aerobia es la oxidación de algunas moléculas energéticas dentro de un sistema vivo para producir energía. El dióxido de carbono y el vapor de agua son productos de desecho del proceso. La cantidad de dióxido de carbono producido es equivalente a la cantidad de oxígeno absorbido o utilizado.

El hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) tiene una gran afinidad por el dióxido de carbono. Por lo que cualquier cantidad de gas de dióxido de carbono cercano al a la solución de hidróxido de sodio, será disuelto o incorporado a la misma, desapareciendo de la atmósfera. De esta manera ocurrirá una reducción en la presión del frasco, indicado por la elevación del agua coloreada a través del tubo de vidrio o pipeta graduada de 1 - 2 ml, esto nos muestra indirectamente la cantidad de oxígeno que se ha consumido por las semillas.

### Material de laboratorio:

1. Soporte universal.
2. Matraz kitasato de 500 ml.
3. Pinzas para matraz.
4. Tapón de hule para el matraz.
5. Manguera de hule (3 – 4 cm)
6. Pipeta graduada de 1 – 2 ml.
7. Vaso de precipitado de 250 ml.
8. Tubo de ensayo (tamaño apropiado para que quepa en el interior del matraz kitasato y no tire la solución de NaOH, ver figura 1).

### Material requerido a los estudiantes.

1. Semillas pre germinadas de frijol (Aproximadamente 100 semillas). También se puede utilizar una bolsa de germinado de trigo fresco (recién comprado).
2. Una bolsita de anilina (cualquier color).
3. Una vela de parafina.
4. Cerillos.
5. Papel aluminio (hoja de aprox. 30 x 30 cm. Para cubrir el matraz) o bolsa de basura negra.
6. Calculadora.

### Sustancias.

1. Solución de hidróxido de sodio (NaOH) concentrada o saturada (aproximadamente 200 ml para todo el grupo)
2. Agua destilada (para mantener húmedas las semillas).

### Procedimiento:

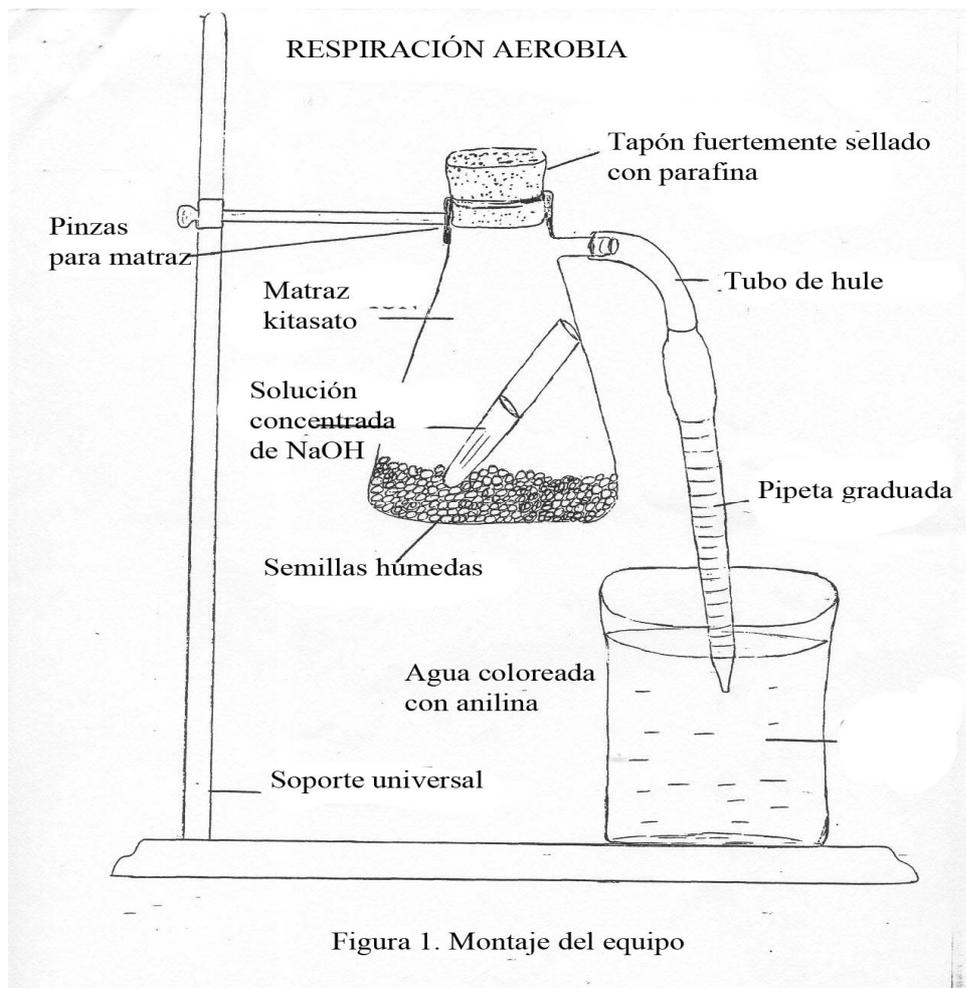
1. Monta el equipo que como se muestra en la Figura 1.
2. Coloca 50 ml de semillas de frijol húmedas pre germinadas dentro del matraz. Agregar bastante agua para mantenerlas húmedas.
3. Llena el tubo de ensayo hasta la mitad con una solución concentrada de NaOH, y cuidadosamente colocarlo dentro del matraz como se muestra. Evita derramar el hidróxido de sodio sobre las semillas o tendrás que empezar de nuevo.
4. Inserta el tapón de tal forma que selle herméticamente. Completa el sellado con parafina.
5. Observa y marca el nivel del agua coloreada en el tubo de vidrio o pipeta graduada (1 – 2 ml).
6. Envuelve el matraz en papel aluminio o bolsas de basura negra de tal forma que no entre la luz al matraz.
7. Agrega 200 ml de agua destilada en el vaso de precipitado y disuelve la anilina.

8. Introduce la punta de la pipeta o el extremo del tubo de vidrio en el agua coloreada como se ve en la figura 1.
9. Deja el experimento en espera y mientras puedes resolver algún ejercicio o ver una película sobre respiración celular.
10. Después de la actividad, al final de la clase, observa y mide el nivel del agua coloreada en mililitros en la pipeta graduada, o si utilizaste el tubo de vidrio, usa una regla y anota el resultado en mm.

Conclusiones:

1. Explica que observaste.
2. Explica porque se utilizó la solución de NaOH en el experimento.
3. ¿Porque el matraz fue cubierto de la luz en el experimento?
4. En caso de haber utilizado un tubo de vidrio en lugar de una pipeta graduada, calcula el volumen de oxígeno absorbido por las semillas y utiliza la siguiente fórmula:

$V = \pi r^2 h$  (donde  $h$  = la altura del agua coloreada en mm,  $r$  = el radio del tubo y  $\pi = 3.1416$ ).



## FERMENTACIÓN

### Actividad práctica 2:

#### INTRODUCCIÓN.

La fermentación es un proceso anaerobio que ocurre en las levaduras y bacterias, estos microorganismos pueden ser anaerobios estrictos o anaerobios facultativos. Asimismo la fermentación puede realizarse en el tejido muscular de los animales (incluyendo el hombre) cuando no llega suficiente oxígeno a las células.

Hay diferentes tipos de fermentaciones según sea la naturaleza del producto final, entre las principales se encuentra la **fermentación láctica** y la **fermentación alcohólica**. Esta última es la transformación del piruvato en etanol y dióxido de carbono; se produce en bacterias, en tejidos de plantas superiores como las raíces del maíz, o bien cuando determinadas levaduras (*Saccharomyces*) que están catabolizando mediante respiración, un líquido rico en carbohidratos, agotan el oxígeno disponible y continúan el catabolismo mediante fermentación.

En la industria tiene interés lo que para estos organismos son productos de desecho, es decir el alcohol y el CO<sub>2</sub>. En la fabricación de bebidas alcohólicas se utilizan principalmente diversas especies del género *Saccharomyces* que son anaerobias facultativas. En la fermentación del pan, realizada por cepas especiales de *Saccharomyces cerevisiae*, lo importante no es el etanol (que es poco y se elimina durante la cocción) sino el CO<sub>2</sub> que esponja la masa.

La fermentación láctica consiste en la formación de lactato o ácido láctico a partir de glucosa. En este caso la glucosa se degrada a piruvato durante la glucólisis, y este último a su vez en ácido láctico.

Históricamente la fermentación láctica ha sido usada como un medio para preservar productos lácteos, resultando un producto conocido como "leche ácida". El yogurt es uno de tales productos que se obtiene cuando *Streptococcus thermophilus* fermenta la lactosa de la leche a ácido láctico (se agria) y *Lactobacillus bulgaricus* produce los sabores y aroma del yogurt. Como el ácido láctico se acumula, el pH de la leche disminuye y las proteínas se precipitan cuajando la leche. Eventualmente la concentración ácida que se produce, previene el crecimiento de otros organismos así como de las bacterias que han producido el yogurt. Cuando esto pasa, la comida o alimento es preservado y puede permanecer a temperatura ambiente por largos periodos de tiempo antes de descomponerse.

La fermentación láctica también ocurre, cuando falta oxígeno en ciertas células eucariotas (como las humanas) por ejemplo las fibras del músculo estriado. En condiciones normales el músculo realiza el catabolismo de la respiración aerobia, pero durante el ejercicio intenso, no llega suficiente oxígeno a las células musculares. Entonces para que la glucólisis continúe y produzca un poco más de energía (sin utilizar oxígeno), pasa a la vía anaerobia formando como producto final ácido láctico. En el caso de muchos animales les permite salvar la vida, pues, con dicho extra de energía pueden llegar a la madriguera, subir un

árbol para escapar del depredador o en el caso del depredador capturar a su presa. Pero la realización de la fermentación láctica tiene un precio alto, pues baja el pH del músculo (muy ácido) y forma cristales (de ácido láctico), provocando fatiga y dolor muscular.

Material de laboratorio:

- 1 vaso de precipitado de 250 ml
- 1 soporte universal
- 1 anillo para soporte universal
- 1 termómetro
- 1 balanza granataria
- Tela de asbesto
- Aparato para determinar el pH (pHmetro) o tiras de papel pH
- Mechero bunsen

Material requerido a los estudiantes:

- 500 ml de leche entera (lala, nutri leche, alpura, etc)
- 20 gramos de leche en polvo
- 5 vasos pequeños de plástico (tipo gelatina)
- 1 cucharita de plástico
- 1 tarro pequeño de mermelada de fresa
- Un vaso pequeño con yogurt comercial (lala, danone, etc.)

Para hacer yogurt en el laboratorio, agrega 200 ml de leche entera al vaso de precipitados. Calienta a 80 °C por aproximadamente 40 minutos, pero evitando que hierva. Mezclar en 6 g de leche en polvo. Bajar la temperatura a por lo menos a 45 °C y verter en 5 vasos pequeños de plástico. Inocular cada vaso con bacterias productoras de yogurt adicionando 1 cucharadita de yogurt comercial. Cubrir la copa con envoltura plástica e incubar a 45 °C toda la noche hasta que la mezcla empiece a gelificarse. Si la leche cuaja firmemente es este paso, el yogurt seguramente estará ácido.

La prueba para la producción de ácido láctico se mide determinando el pH del yogurt y de la leche entera, registra los valores abajo.

pH de la leche entera \_\_\_\_\_  
pH del yogurt \_\_\_\_\_

Si algunas de los vasos no serán utilizadas para la determinación del pH, agrega mermelada de fresa, mezcla con una cuchara, y prueba.

Anota tus conclusiones de acuerdo a los resultados obtenidos.

## ANEXO 2



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MADEMS FES IZTACALA



**Elaboró: Profesor Luis Alejandro Castelán Sánchez**

**Biología I. Segunda unidad: ¿Cómo se lleva a cabo la regulación, conservación y reproducción de los sistemas vivos?**

**Tema II: Procesos de conservación. Respiración y fermentación.**

### Test a

1. La respiración en los sistemas vivos es un proceso donde...
  - e) Se realiza la fotosíntesis
  - f) Se obtiene energía\*
  - g) Se purifica la sangre
  - h) Se almacenan los nutrientes necesarios
2. El destino final del oxígeno que las plantas toman durante la respiración es:
  - a) Las células\*
  - b) Los tallos
  - c) Los estomas
  - d) Las hojas
3. ¿Existen diferencias entre la respiración en las células animales y vegetales?
  - a) Si
  - b) No\*
  - c) Sólo las eucariotas
  - d) Sólo las procariontas
4. ¿Qué tipo de organismos realizan la respiración aerobia?
  - a) Vegetales
  - b) Animales
  - c) Todos los sistemas vivos
  - d) La mayoría de los sistemas vivos\*
5. ¿En qué momento realizan las plantas la respiración?
  - a) En el día
  - b) Durante la noche
  - c) En todo momento\*
  - d) Nunca
6. ¿En qué organelo celular se lleva a cabo la respiración aerobia?
  - a) Cloroplasto
  - b) Núcleo

- c) Mitocondria\*
  - d) Citoplasma
7. Procesos que ocurren dentro de la Mitocondria.
- a) Ciclo de Krebs, Cadena respiratoria y Quimiósmosis\*
  - b) Glucólisis, Ciclo de calvin, Cadena respiratoria
  - c) Glucólisis, Ciclo de Krebs, Fotosistema I, Fotosistema II
  - d) Fermentación, Ciclo de Krebs, Cadena respiratoria
8. Compuesto que se obtiene al final de la Glucólisis.
- a) Oxígeno
  - b) Glucosa
  - c) Bióxido de carbono
  - d) Ácido pirúvico\*
9. Es un producto final de la respiración anaerobia.
- a) Agua
  - b) Bióxido de carbono\*
  - c) Oxígeno
  - d) Ácido pirúvico
10. El producto de la fermentación en células musculares es.
- a) Glucosa
  - b) Ácido láctico\*
  - c) Etanol
  - d) Oxígeno
11. Célula obtiene energía a través de un proceso llamado...
- e) Anabolismo
  - f) Deshidratación
  - g) Respiración\*
  - h) Lactato
12. La respiración celular aerobia requiere de:
- a) Agua
  - b) Oxígeno\*
  - c) Bióxido de carbono
  - d) Nitrógeno
13. Las plantas también utilizan oxígeno durante la respiración aerobia?
- a) No
  - b) A veces
  - c) Sólo de noche
  - d) Si\*

14. De los siguientes sistemas vivos, ¿cuál puede prescindir del oxígeno para obtener energía?

- a) Ave
- b) Helecho
- c) Chimpancé
- d) Levadura\*

15. Durante el día ¿las plantas respiran?

- a) Si\*
- b) No
- c) Sólo si no hay sol
- d) A veces

16. En la Mitocondria se lleva a cabo la...

- a) Fotosíntesis
- b) Síntesis de proteínas
- c) Respiración aerobia\*
- d) Respiración anaerobia

17. Procesos para que se lleve a cabo la respiración aerobia.

- a) Glucólisis, Ciclo de Krebs, Cadena respiratoria y Quimiósmosis\*
- b) Glucólisis, Ciclo de calvin, Cadena respiratoria y Quimiósmosis
- c) Glucólisis, Ciclo de Krebs, Fotosistema I, Fotosistemall
- d) Fermentación, Ciclo de Krebs, Cadena respiratoria y Quimiósmosis

18. Durante la Glucólisis se degrada una molécula de Glucosa hasta:

- a) Dos moléculas de etanol, dos de CO<sub>2</sub>, y 2 ATP
- b) Dos moléculas de ácido láctico y 2 ATP
- c) Dos moléculas de ácido pirúvico y 2 ATP\*
- d) Dos moléculas de vinagre, dos de CO<sub>2</sub> y 2 ATP

19. Los productos de la fermentación pueden ser:

- a) Etanol y agua
- b) Ácido láctico y ácido pirúvico
- c) Etanol y ácido pirúvico
- d) Etanol y ácido láctico\*

20. Dos formas de fermentación son:

- a) Láctica y alcohólica\*
- b) Láctica y glicolítica
- c) Aerobia y anaerobia
- d) Alcohólica y glucólisis

21. La molécula de energía química obtenida a través de la respiración celular se conoce como:

- a) AMP
- b) NAD
- c) ATP\*
- d) H<sub>2</sub>O

22. El oxígeno es el elemento que utilizan las células para llevar a cabo el proceso conocido como:

- a) Respiración aerobia\*
- b) Respiración anaerobia
- c) Glucólisis
- d) Fermentación

23. Tanto las células animales como vegetales pueden realizar la respiración aerobia en un organelo llamado:

- a) Núcleo
- b) Citoplasma
- c) Cloroplasto
- d) Mitocondria\*

24. Organismo que puede llevar a cabo la respiración de tipo anaerobia.

- a) El Humano
- b) Una planta
- c) Una levadura\*
- d) Un mosquito

25. Las plantas también utilizan oxígeno para respirar ¿en qué circunstancias realizan dicha actividad?

- a) En la obscuridad
- b) En todo momento\*
- c) En la luz
- d) En ambientes húmedos

26. ¿En qué parte de la célula se completa el proceso de la fermentación?

- a) Núcleo
- b) Cloroplasto
- c) Citoplasma\*
- d) Mitocondria

27. ¿Qué etapa del proceso respiratorio no se lleva a cabo dentro de la mitocondria?

- a) Ciclo de Krebs
- b) Fosforilación oxidativa
- c) Glucólisis\*
- d) Cadena de transporte de electrones

28. El ácido pirúvico es un producto del siguiente proceso:

- a) Glucólisis\*
- b) Ciclo de Krebs
- c) Cadena respiratoria
- d) Fotosíntesis

29. Los siguientes pueden ser productos de la respiración de tipo anaerobia.

- a) Etanol y ácido láctico\*
- b) Ácido láctico y oxígeno
- c) Bióxido de carbono y ácido cítrico
- d) Etanol y glucosa

30. En caso de requerir energía (ATP) el siguiente tipo de células, puede optar por seguir la vía anaerobia para obtener la misma.

- a) Eritrocitos
- b) Vegetales
- c) Cancerosas
- d) Musculares\*



**Elaboró: Profesor Luis Alejandro Castelán Sánchez**

**Biología I. Segunda unidad: ¿Cómo se lleva a cabo la regulación, conservación y reproducción de los sistemas vivos?**

**Tema II: Procesos de conservación. Respiración y fermentación.**

**Test b**

1. El fin de la respiración celular es:
  - a) Obtener oxígeno
  - b) Producir Bióxido de carbono
  - c) Obtener energía\*
  - d) La oxidación celular
  
2. El destino final del oxígeno que los animales toman durante la respiración es:
  - a) Los pulmones
  - b) La sangre
  - c) Las células\*
  - d) El cerebro
  
3. ¿La respiración de una amiba, del Hombre y un árbol es igual a nivel celular?
  - a) Si\*
  - b) No
  - c) A veces
  - d) Sólo en organismos superiores
  
4. ¿Todos los sistemas vivos requieren oxígeno para respirar?
  - a) Si
  - b) No\*
  - c) Sólo heterótrofos
  - d) Sólo autótrofos
  
5. ¿Sólo durante la noche las plantas respiran?
  - a) Si
  - b) No\*
  - c) A veces
  - d) Sólo de día
  
6. Organelo donde se lleva a cabo el proceso de la respiración aerobia.
  - a) Núcleo
  - b) Ribosoma
  - c) Vacuola
  - d) Mitocondria\*

7. Proceso de la respiración que ocurre fuera de la mitocondria.

- a) Glucólisis\*
- b) Ciclo de Krebs
- c) Quimiósmosis
- d) Cadena respiratoria

8. El ácido pirúvico es un compuesto que se obtiene como resultado del proceso llamado:

- a) Cadena respiratoria
- b) Ciclo de Krebs
- c) Glucólisis\*
- d) Fermentación

9. Este es uno de los productos de la fermentación, importante para la industria del pan:

- a) Agua
- b) Etanol
- c) Ácido láctico
- d) Bióxido de carbono\*

10. La fermentación láctica se puede realizar en células:

- a) De levadura
- b) Musculares\*
- c) Sexuales
- d) Neuronales

11. Es el principal producto de la respiración celular.

- a) ARN
- b) ADN
- c) NADH
- d) ATP\*

12. El siguiente elemento llega hasta las células de los sistemas vivos para realizar la respiración aerobia.

- a) Oxígeno\*
- b) Bióxido de carbono
- c) ATP
- d) Nitrógeno

13. La planta requiere en sus células del siguiente elemento durante la respiración aerobia.

- a) Bióxido de carbono
- b) Agua
- c) Nitrógeno
- d) Oxígeno\*

14. ¿Cuál de los siguientes organismos puede sobrevivir sin oxígeno?

- a) Conejo
- b) Bacteria aerobia
- c) Levadura\*
- d) Mosca

15. ¿Las plantas respiran aunque haya luz?

- a) No
- b) Sí\*
- c) A veces
- d) Difícilmente

16. El proceso llamado cadena respiratoria ocurre en:

- a) El citoplasma
- b) El núcleo celular
- c) La mitocondria\*
- d) Los pulmones

17. ¿En que parte de la célula se lleva a cabo el proceso de la Glucólisis?

- a) Mitocondria
- b) Citoplasma\*
- c) Núcleo
- d) Membrana celular

18. La glucólisis es un proceso donde se:

- a) Sintetiza glucosa y se consume ácido pirúvico
- b) Se obtiene glucosa y ácido pirúvico
- c) Se oxida la glucosa y se obtiene ácido pirúvico\*
- d) Se oxida y se obtiene etanol

19. Proceso celular que no requiere de oxígeno para obtener energía.

- a) Aerobio
- b) Anaerobio\*
- c) Oxidante
- d) Reductor

20. Ecuación que representa la fermentación láctica.

- a)  $C_6H_{12}O_6 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + ATP$  (energía química)
- b)  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_2H_5OH + CO_2 + ATP$  (energía química)
- c)  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow CH_3CHOHCOOH + ATP$  (energía química)\*
- d)  $CO_2 + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + O_2 + ATP$  (energía química)

21. La energía necesaria para realizar las funciones vitales de la célula se obtiene gracias a un proceso llamado...

- a) Anabolismo
- b) Electrólisis
- c) Respiración\*
- d) Fotólisis

22. Finalmente llega hasta la célula para la producción de energía química en forma de ATP.

- a) Bióxido de carbono
- b) Adenosín difosfato
- c) Oxígeno\*
- d) Nicotinamida adenina dinucleótido

23. La respiración a nivel celular, ¿es común a todos los organismos?

- a) Sólo en animales
- b) A veces
- c) Sí\*
- d) No

24. El siguiente organismo no requiere forzosamente de oxígeno para obtener energía.

- a) Una mosca
- b) Un árbol
- c) Una levadura\*
- d) Una amiba

25. ¿Sólo los organismos que poseen pulmones pueden realizar la respiración de tipo aerobia?

- a) No\*
- b) Sí
- c) A veces
- d) Sólo en vertebrados

26. ¿Sólo los organismos que no tienen pulmones pueden realizar la respiración anaerobia?

- a) Sí
- b) No\*
- c) A veces
- d) Sólo en invertebrados

27. Proceso que no se lleva a cabo dentro de la mitocondria.

- a) Ciclo de Krebs
- b) Cadena de transporte de electrones
- c) Fosforilación oxidativa
- d) Glucólisis\*

28. es un compuesto que se produce fuera de la mitocondria.

- a) Ácido cítrico
- b) Ácido pirúvico\*
- c) Ácido oxalacético
- d) Agua

29. Es un tipo de fermentación que se produce como resultado de la acción de los llamados "búlgaros" sobre la leche.

- a) Láctica\*
- b) Alcohólica
- c) Etílica
- d) Acética

30. La fermentación láctica puede ser llevada a cabo por:

- a) Lactobacilos y eritrocitos
- b) Células musculares y bacterias aerobias estrictas
- c) Lactobacilos y células musculares\*
- d) Células musculares y levadura

Nota: Tanto para el Test a como para el Test b, son equivalentes las siguientes respuestas:

- 1 – 11 - 21
- 2 – 12 - 22
- 3 – 13 – 23
- 4 – 14 - 24
- 5 – 15 - 25
- 6 – 16 - 26
- 7 – 17 - 27
- 8 – 18 - 28
- 9 – 19 - 29
- 10 – 20 - 30

## ANEXO 3

### CUESTIONARIO DE OPINIÓN (Alumno)

El siguiente cuestionario pretende conocer tu opinión en relación a las actividades experimentales realizadas.

1. Las actividades experimentales realizadas te motivaron para querer aprender más del tema "Respiración celular"?
2. ¿Te sentiste a gusto durante el trabajo de laboratorio?
3. ¿Qué opinas de los materiales que se emplearon?
4. ¿Te gustó haber trabajado con sistemas vivos?
5. ¿Aprendes mejor cuando complementas la teoría con la práctica?
6. ¿Qué tipo de prácticas de laboratorio te gusta realizar?
7. ¿Generalmente realizas actividades prácticas en tus asignaturas de Biología?
8. ¿Te gustaría realizar más actividades prácticas en tus asignaturas de Biología?
9. ¿Te motivaría más proponer tus propias actividades prácticas o experimentales?
10. ¿Crees que el haber realizado las actividades prácticas te ayudó a comprender mejor la teoría del tema "Respiración celular"?
11. ¿Te gusta el trabajo de laboratorio?

Elaboró: Profesor Luis Alejandro Castelán Sánchez  
MADEMS FES Iztacala  
Octubre de 2009

## PROGRAMA DE BIOLOGÍA I

### PRIMERA UNIDAD. ¿CUÁL ES LA UNIDAD ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DE LOS SISTEMAS VIVOS?

**PROPÓSITO:**

- Al finalizar la Unidad, el alumno identificará los componentes celulares y su importancia, a través del análisis de la teoría celular y las explicaciones sobre su organización y funcionamiento, para que reconozca a la célula como la unidad estructural y funcional de los sistemas vivos.

**TIEMPO: 20 horas**

APRENDIZAJES	ESTRATEGIAS	TEMÁTICA
<p>El alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Explica cómo se construyó la teoría celular considerando el contexto social y la etapa histórica en que se formuló.</li> <li>Valora la importancia de las biomoléculas en el funcionamiento de las células.</li> <li>Relaciona las estructuras celulares con sus funciones.</li> <li>Explica las características de las células procariotas y eucariotas.</li> <li>Aplica habilidades, actitudes y valores al llevar a cabo actividades documentales y experimentales que contribuyan a la comprensión de que la célula es la unidad estructural y funcional de los sistemas vivos.</li> <li>Aplica habilidades, actitudes y valores para comunicar de forma oral y escrita la información derivada de las actividades realizadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El profesor detectará los conocimientos previos de los alumnos con respecto a la célula.</li> <li>Los alumnos buscarán, analizarán e interpretarán información procedente de diferentes fuentes sobre las formas metodológicas, técnicas e instrumentos en que se basaron las investigaciones para formular la teoría celular, así como los conceptos relacionados con la organización y funcionamiento de las células.</li> <li>Los alumnos en equipo llevarán a cabo experiencias de laboratorio, que pueden ser propuestas por el profesor y/o por ellos mismos, para la observación de preparaciones de diferentes tipos de células a través del microscopio óptico y la identificación de biomoléculas en materiales vivos.</li> <li>Los alumnos en equipo elaborarán informes de sus actividades y los presentarán en forma oral y escrita.</li> <li>Los alumnos construirán modelos y otras representaciones que faciliten la identificación de las principales estructuras celulares, su ubicación y las funciones que desempeñan.</li> <li>El profesor utilizará en clase materiales audiovisuales, ejercicios y juegos didácticos que permitan a los alumnos adquirir, ampliar y aplicar la información sobre los aspectos estudiados.</li> <li>El profesor propondrá al grupo la asistencia a conferencias y la visita a museos para reafirmar y ampliar los aprendizajes.</li> <li>El profesor y los alumnos evaluarán el logro de los aprendizajes a lo largo de la Unidad.</li> </ul>	<p>Tema I. La célula como unidad de los sistemas vivos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Formulación de la teoría celular y sus aportaciones.</li> <li>Moléculas presentes en las células: Función de carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.</li> <li>Estructuras celulares y sus funciones.</li> <li>Semejanzas y diferencias entre células procariotas y eucariotas.]</li> </ul>

**SEGUNDA UNIDAD. ¿CÓMO SE LLEVA A CABO LA REGULACIÓN, CONSERVACIÓN Y REPRODUCCIÓN DE LOS SISTEMAS VIVOS?**

**PROPÓSITO:**

- Al finalizar la Unidad, el alumno explicará los principios básicos de los procesos de regulación, conservación y reproducción, a partir de su estudio con un conjunto de reacciones y eventos integrados, para que comprenda cómo funcionan y se perpetúan los sistemas vivos.

**TIEMPO: 35 horas**

APRENDIZAJES	ESTRATEGIAS	TEMÁTICA
<p>El alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Relaciona los componentes de la membrana celular con algunos procesos de regulación.</li> <li>Explica los aspectos generales de la fotosíntesis, respiración, fermentación, replicación de ADN y síntesis de proteínas.</li> <li>Comprende que los sistemas vivos se mantienen gracias a su capacidad de transformar energía.</li> <li>Comprende que los sistemas vivos se perpetúan y mantienen debido a que el ADN tiene la capacidad de replicar su información y transcribirla para que se traduzca en proteínas.</li> <li>Describe el ciclo celular con una visión global en la que se destaquen los hechos básicos que tienen lugar a lo largo del mismo, en especial, los procesos de división celular por mitosis y meiosis.</li> <li>Comprende la importancia de los procesos de regulación, conservación y reproducción, como parte de lo que requiere un sistema para mantenerse vivo y perpetuarse.</li> <li>Aplica habilidades, actitudes y valores al llevar a cabo actividades documentales y experimentales que contribuyan a la comprensión de los procesos de regulación, conservación y reproducción.</li> <li>Aplica habilidades, actitudes y valores para comunicar de forma oral y escrita la información derivada de las actividades realizadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El profesor detectará los conocimientos previos de los alumnos con respecto a los procesos de regulación, conservación y reproducción de los sistemas vivos.</li> <li>Los alumnos buscarán, analizarán e interpretarán información procedente de distintas fuentes sobre los conceptos relacionados con los procesos de regulación, conservación y reproducción de los sistemas vivos.</li> <li>Los alumnos en equipo llevarán a cabo experiencias de laboratorio, que pueden ser propuestas por el profesor y/o por ellos mismos, sobre algunos aspectos de los temas estudiados.</li> <li>Los alumnos en equipo elaborarán informes de sus actividades y los presentarán en forma oral y escrita.</li> <li>Los alumnos construirán modelos y otras representaciones que faciliten la comprensión de los procesos de regulación, conservación y reproducción.</li> <li>El profesor utilizará en clase materiales audiovisuales, ejercicios y juegos didácticos que permitan a los alumnos adquirir, ampliar y aplicar la información sobre los procesos estudiados.</li> <li>El profesor propondrá al grupo la asistencia a conferencias, la visita a museos e instituciones para reafirmar y ampliar los aprendizajes.</li> <li>El profesor y los alumnos evaluarán el logro de los aprendizajes a lo largo de la Unidad.</li> </ul>	<p>Tema I. Procesos de regulación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Concepto e importancia de la homeostasis.</li> <li>Función de los componentes de la membrana en el transporte, comunicación y reconocimiento celular.</li> <li>Transporte de materiales a través de la membrana celular: Procesos pasivos y activos.</li> </ul> <p>Tema II. Procesos de conservación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Concepto e importancia del metabolismo: Anabolismo y catabolismo como procesos bioenergéticos.</li> <li>Fotosíntesis: Aspectos generales de la fase luminosa, la fase oscura, e importancia.</li> <li>Respiración: Aspectos generales de la glucólisis, ciclo de Krebs, cadena de transporte de electrones, e importancia.</li> <li>Fermentación: Aspectos generales e importancia.</li> <li>Replicación del ADN: Aspectos generales e importancia.</li> <li>Síntesis de proteínas: Aspectos generales de la transcripción y traducción del ADN, e importancia.</li> </ul> <p>Tema III. Procesos de reproducción</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fases del ciclo celular.</li> <li>Mitosis: Fases e importancia.</li> <li>Meiosis: Fases e importancia en la reproducción y variabilidad biológica.</li> <li>Aspectos generales de la reproducción asexual y sexual. Importancia biológica.</li> </ul>

### TERCERA UNIDAD. ¿CÓMO SE TRANSMITE Y MODIFICA LA INFORMACIÓN GENÉTICA EN LOS SISTEMAS VIVOS ?

#### PROPÓSITO:

- Al finalizar la Unidad, el alumno identificará los mecanismos de transmisión y modificación de la información genética en los sistemas vivos, a través del análisis de distintos patrones hereditarios y del conocimiento del papel de las mutaciones, para que valore los avances del conocimiento biológico con relación a la manipulación genética y sus repercusiones en la sociedad.

**TIEMPO: 25 horas**

APRENDIZAJES	ESTRATEGIAS	TEMÁTICA
<p>El alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Explica diferentes mecanismos hereditarios.</li> <li>Resuelve problemas que involucren la transmisión de caracteres según distintos mecanismos hereditarios.</li> <li>Reconoce que la transmisión de las características hereditarias permite la continuidad de los sistemas vivos.</li> <li>Relaciona las mutaciones con la variabilidad biológica.</li> <li>Describe la tecnología del ADN recombinante y sus aplicaciones.</li> <li>Valora las implicaciones de la manipulación genética.</li> <li>Valora las implicaciones bioéticas del Proyecto Genoma Humano y de la clonación de organismos.</li> <li>Aplica habilidades, actitudes y valores al llevar a cabo actividades documentales y experimentales que contribuyan a la comprensión de la transmisión y modificación de las características hereditarias.</li> <li>Aplica habilidades, actitudes y valores para comunicar de forma oral y escrita la información derivada de las actividades realizadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El profesor detectará los conocimientos previos de los alumnos con respecto a la transmisión y modificación de la información genética en los sistemas vivos.</li> <li>Los alumnos buscarán, analizarán e interpretarán información procedente de distintas fuentes sobre las formas en que se transmite y modifica la información genética en los sistemas vivos.</li> <li>El profesor formulará problemas cuya resolución permita a los alumnos comprender la transmisión de las características hereditarias conforme a los patrones estudiados.</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 algunos aspectos de los temas estudiados.</li> <li>Los alumnos en equipo elaborarán informes de sus actividades y los presentarán en forma oral y escrita.</li> <li>Los alumnos construirán modelos y otras representaciones que faciliten la comprensión de los mecanismos hereditarios estudiados.</li> <li>El profesor utilizará en clase materiales audiovisuales, ejercicios y juegos didácticos que permitan a los alumnos adquirir, ampliar y aplicar la información sobre los aspectos estudiados.</li> <li>El profesor propondrá al grupo la asistencia a conferencias y la visita a instituciones y centros de investigación para reafirmar y ampliar los aprendizajes.</li> <li>El profesor organizará en el grupo debates y mesas redondas para el análisis y discusión de las implicaciones de la manipulación genética, el proyecto genoma humano y la clonación de organismos.</li> <li>El profesor y los alumnos evaluarán el logro de los aprendizajes a lo largo de la Unidad.</li> </ul>	<p>Tema I. Mecanismos de la herencia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Herencia mendeliana.</li> <li>Herencia no mendeliana: Dominancia incompleta, alelos múltiples y herencia ligada al sexo.</li> <li>Conceptos de gen y genoma.</li> <li>Concepto de mutación. Importancia de las mutaciones como mecanismos de variabilidad biológica.</li> </ul> <p>Tema II. La Ingeniería genética y sus aplicaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aspectos generales de la Tecnología del ADN recombinante.</li> <li>Aplicaciones e implicaciones de la manipulación genética: Organismos transgénicos, terapia génica.</li> <li>Implicaciones bioéticas del Proyecto Genoma Humano y de la clonación de organismos.</li> </ul>

## BIBLIOGRAFÍA

PRIMERA UNIDAD. ¿CUÁL ES LA UNIDAD ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DE LOS SISTEMAS VIVOS?

Alexander, P., *et al. Biología*, Prentice Hall, New Jersey, 1992.

Audesirk, T., *et al. La Vida en la Tierra*, 6ª edición, Prentice Hall, México, 2003.

Curtis, H. y Barnes, N. S. *Invitación a la Biología*, 5ª edición, Editorial Médica Panamericana, Madrid, España, 1996.

Campbell, N. A., *et al. Biología. Conceptos y relaciones*, 3ª edición, Prentice Hall, México, 2001.

SEGUNDA UNIDAD. ¿CÓMO SE LLEVA A CABO LA REGULACIÓN, CONSERVACIÓN Y REPRODUCCIÓN DE LOS SISTEMAS VIVOS?

Audesirk, T., *et al. La Vida en la Tierra*, 6ª edición, Prentice Hall, México, 2003.

Curtis, H. y Barnes, N. S. *Invitación a la Biología*, 5ª edición, Editorial Médica Panamericana, Madrid, España, 1996.

Solomon, E. P., *et al. Biología*, 5ª edición, McGraw-Hill Interamericana, México, 2001.

Wallace, R. A., *et al. La ciencia de la vida 1. Biología Molecular y Herencia*, Trillas, México, 1991.

TERCERA UNIDAD. ¿CÓMO SE TRANSMITE Y MODIFICA LA INFORMACIÓN GENÉTICA EN LOS SISTEMAS VIVOS?

Bernstein, R. y Bernstein, S. *Biología*, Mc Graw-Hill, México, 1998.

Biggs, A., *et al., Biología. La dinámica de la vida*, Mc Graw-Hill Interamericana, México, 2000.

Curtis, H. y Barnes, N. S. *Invitación a la Biología*, 5ª edición, Editorial Médica Panamericana, Madrid, España, 1996.

Muñiz Hernando, E., *et al. Biología*, Mc Graw-Hill, México, 2000.

## ANEXO 5

### CUESTIONARIO DE OPINIÓN (Alumno)

#### Grupo 303/20 alumnos

El siguiente cuestionario pretende conocer tu opinión en relación a las actividades experimentales realizadas.

1. ¿Las actividades experimentales realizadas te motivaron para querer aprender más del tema “Respiración celular”?

Sí = 17 = 85%

No = 1 = 5%

Más o menos = 2 = 10%

Son interesantes = 3 (Alumnos) = 15%

Llaman la atención = 1 = 5%

Despiertan curiosidad = 2 = 10%

Son divertidas = 1 = 5%

Tuve algunas dudas = 3 = 15%

Buen complemento = 1 = 5%

Sencillas y claras = 1 = 5%

Me servirá en el futuro = 1 = 5%

Fue didáctico = 1 = 5%

Clase más dinámica = 1 = 5%

Propició cooperación = 1 = 5%

2. ¿Te sentiste a gusto durante el trabajo de laboratorio?

Sí = 18 = 90%

No = 1 = 5%

A veces = 1 = 5%

Prácticas dinámicas = 1 = 5%

Me motiva = 1 = 5%

Un poco = 1 = 5%

Me gusta hacer experimentos = 2 = 10%

Mejora el interés = 2 = 10%

Todos cooperamos = 1 = 5%

Buena organización = 1 = 5%

Propició el convivio = 1 = 5%

3. ¿Qué opinas de los materiales que se emplearon?

Buen estado = 7 = 35%  
Son importantes = 1 = 5%  
De lujo = 1 = 5%  
Bien aunque hay saber usarlos = 1 = 5%  
Muy buenos = 4 = 20%  
Estuvieron padres = 1 = 5%  
Adecuados = 4 = 20%  
Deberían estar en mejor estado = 1 = 5%  
No eran indicados para la práctica = 1 = 5%  
No me gustó trabajar con semillas de frijol = 1 = 5%  
Prácticos = 1 = 5%  
Un poco sucio = 1 = 5%

4. ¿Te gustó haber trabajado con sistemas vivos?

Si = 20 = 100%  
No = 0 = 0%  
  
Interesantes = 2 = 10%  
Entretenidas = 1 = 5%  
Conozco más del tema = 1 = 5%  
Me gustaría animales e insectos = 1 = 5%  
No observé ningún cambio = 1 = 5%  
Fue genial = 1 = 5%  
Me motivan = 1 = 5%

5. ¿Aprendes mejor cuando complementas la teoría con la práctica?

Si = 20 = 100%  
No = 0 = 0%  
  
Es entretenido = 1 = 5%  
Me motiva = 3 = 15%  
Presto mayor atención = 1 = 5%  
A veces nos confunde el maestro = 1 = 5%  
Facilita aprender = 1 = 5%  
Se entiende más = 2 = 10%  
Me gusta experimentar = 1 = 5%  
Lo puedo comprobar = 2 = 10%

6. ¿Qué tipo de prácticas de laboratorio te gusta realizar?

Disección de animales = 2 = 10%  
Injertos de plantas o frutas = 1 = 5%  
Microscopio = 5 = 25 %  
Todas = 8 = 40%  
Fermentación = 1 = 5%  
Genética = 1 = 5%  
Con reactivos = 1 = 5%  
Con sistemas vivos = 2 = 10%

7. ¿Generalmente realizas actividades prácticas en tus asignaturas de Biología?

Si = 12 = 60%  
No = 4 = 20%  
Más o menos (casi no) = 3 = 15%  
No contestó = 1 = 5%

8. ¿Te gustaría realizar más actividades prácticas en tus asignaturas de Biología?

Si = 18 = 90%  
No = 0 = 0%  
Así están bien = 2 = 10%  
  
Motivan más = 2 = 10%  
Aprendes cosas nuevas = 3 = 15%  
La teoría es aburrida = 1 = 5%  
Complementar con exposiciones = 1 = 5%

9. ¿Te motivaría más proponer tus propias actividades prácticas o experimentales?

Si = 8 = 40%  
No = 4 = 20%  
A veces = 2 = 10%  
  
Así está bien = 3 = 15%  
Se me haría difícil = 1 = 5%  
Tal vez = 2 = 10%

10. ¿Crees que el haber realizado las actividades prácticas te ayudó a comprender mejor la teoría del tema “Respiración celular”?

Si = 14 = 70%

No = 2 = 10%

No contestó = 4 = 20%

Para comprender más = 2 = 10%

Un poco más = 1 = 5%

Para comprobar (la teoría) = 2 = 10%

11. ¿Te gusta el trabajo de laboratorio?

Si = 20 = 100%

No = 0 = 0%

Divertido = 1 = 5%

Interesante = 1 = 5%

Se entiende mejor (la teoría) = 2 = 10%

Se aprende mejor = 1 = 5%

Es dinámico = 2 = 10%

## CUESTIONARIO DE OPINIÓN (Alumno)

### Grupo 323/24 alumnos

El siguiente cuestionario pretende conocer tu opinión en relación a las actividades experimentales realizadas.

1. ¿Las actividades experimentales realizadas te motivaron para querer aprender más del tema “Respiración celular”?

Si = 15 = 63%

No = 6 = 25%

Un poco = 2 = 8%

Algunas = 1 = 4%

No me gusta Biología = 2 = 8%

Interesantes = 6 = 25%

Me motivó a querer aprender más = 4 = 17%

Entretenidas = 1 = 4%

Algunas me aburrían = 1 = 4%

No entendí el tema = 1 = 4%

2. ¿Te sentiste a gusto durante el trabajo de laboratorio?

Si = 23 = 96%

No = 0 = 0%

A veces = 1 = 4%

Es chido hacer prácticas = 1 = 4%

Es divertido = 2 = 8%

Faltó organización (de mi equipo) = 1 = 4%

Me quedaron dudas = 1 = 4%

Interesante = 2 = 8%

Entretenido = 1 = 4%

Aprendí más = 1 = 4%

No me aburrí = 1 = 4%

Me gusta trabajar en equipo = 1 = 4%

3. ¿Qué opinas de los materiales que se emplearon?

Algunos en mal estado = 2 = 8%

Buenos (buenas condiciones) = 19 = 79%

Interesantes = 1 = 4%

Necesarios = 1 = 4%  
Nuevos para mí = 1 = 4%  
Fáciles de usar = 1 = 4%  
Algunos no fueron adecuados = 1 = 4%  
Aprendí cuidados y usos = 1 = 4%

4. ¿Te gustó haber trabajado con sistemas vivos?

Si = 24 = 100%  
No = 0 = 0%

Fue la primera vez = 1 = 4%  
Interesante = 5 = 21%  
Conocemos más de otros organismos = 1 = 4%  
Aprendo más = 2 = 8%  
Me gusta todo lo que tenga vida = 1 = 4%  
Fue diferente = 1 = 4%  
Pero me gustaría abrir un animal = 1 = 4%

5. ¿Aprendes mejor cuando complementas la teoría con la práctica?

Si = 22 = 92%  
No = 0 = 0%  
A veces = 2 = 8%

Me gusta hacer cosas (prácticas) = 1 = 4%  
Me gustan más las prácticas (que la teoría) = 1 = 4%  
Aunque me quedaron dudas = 1 = 4%  
Aprendo mejor = 2 = 8%  
Divertido = 1 = 4%  
Reafirmo el conocimiento (teórico) = 4 = 17%  
Me gustaría que siempre fuera así = 1 = 45  
No es aburrido = 1 = 4%

6. ¿Qué tipo de prácticas de laboratorio te gusta realizar?

De física y química = 1 = 4%  
Las que explotan = 1 = 4%  
Las que requieren concentración = 1 = 4%  
De organismos vivos = 3 = 13%  
De cualquier tipo = 3 = 13%  
Donde se producen cosas útiles = 1 = 4%  
Con sustancias químicas = 2 = 8%  
Fermentación = 2 = 8%  
Con muchas sustancias y sus reacciones = 1 = 4%  
Computación = 1 = 4%

Microscopio = 4 = 17%  
De la vida cotidiana = 1 = 4%  
De alimentos = 2 = 8%  
Experimentación = 1 = 4%

7. ¿Generalmente realizas actividades prácticas en tus asignaturas de Biología?

Si = 18 = 75%  
No = 2 = 8%  
Más o menos = 1 = 4%

Esta es la única asignatura donde las hago = 1 = 4%  
Es la primera vez = 3 = 13%

8. ¿Te gustaría realizar más actividades prácticas en tus asignaturas de Biología?

Si = 19 = 79%  
No = 2 = 8%

Así están bien = 2 = 8%  
No mucho = 1 = 4%  
Se aprendería más = 1 = 4%  
Porque puedo entender mejor el tema = 2 = 8%  
Más divertido = 1 = 4%  
Son interesantes = 1 = 4%  
Son dinámicas = 1 = 4%

9. ¿Te motivaría más proponer tus propias actividades prácticas o experimentales?

Si = 15 = 63%  
No = 6 = 25%  
A veces = 3 = 13%

Que las proponga el profesor = 3 = 13%  
Sería muy estresante = 1 = 4%  
Sería interesante = 1 = 4%  
Activa mi pensamiento = 1 = 4%

10. ¿Crees que el haber realizado las actividades prácticas te ayudó a comprender mejor la teoría del tema "Respiración celular"?

Si = 23 = 96%  
No = 0 = 0%  
Muy poco = 1 = 4%

Mayor aprendizaje = 1 = 4%  
Sencillo e interesante = 1 = 45  
Me quedó claro = 1 = 4%  
Comprendo mejor = 1 = 4%

11. ¿Te gusta el trabajo de laboratorio?

Si = 22 = 92%  
No = 0 = 0%  
Más o menos = 2 = 8%

Algunas veces me aburrí = 1 = 4%  
Me desespero la desorganización de mi equipo = 1 = 4%  
Me divierto = 1 = 4%  
Aprendí cosas nuevas = 3 = 13%  
Complementé la teoría = 1 = 4%  
Es la clase más entretenida = 1 = 4%

## BIBLIOGRAFÍA

1. Anaya, A. (2008) "*Diseño instruccional propuesto por Merrill, como una alternativa constructivista para promover el aprendizaje significativo del tema Metabolismo: Respiración Celular de Biología III, del plan de Estudios del Colegio de ciencias y Humanidades.*" Tesis de Maestría en Docencia para la Educación Media Superior con la Especialidad en Biología. México: Facultad e Estudios Superiores Iztacala. División de Investigación y Posgrado. U.N.A.M. 157 pp.
2. Ausubel, D. P. (1968). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune and Stratton. 685 pp.
3. Ausubel D. P., Novak, J.D. y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa; Un punto de vista cognositivo*. (Trad. Roberto Helier Domínguez). Trillas. 772 pp.
4. Baddeley A.D., and Hitch G.J. (1974) *Working memory*. In: Recent advances in learning and motivation, , Vol. 8, pp. 47--89, ed. GH Bower. Academic Press.
5. Baddeley, A.D. (1986). *Working Memory*. Oxford: Clarendon Press. 304 pp.
6. Baddeley, A. D. (2000). *The episodic buffer: a new component of working memory?* Trends Cognition Science, pp. 417-423.
7. Barberá, O y Valdés, P. (1996). *El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. Enseñanza de las Ciencias.- 14.*
8. Caamaño, A. (2003). *Los trabajos prácticos en ciencias*. En: Enseñar ciencias. Coord. María Pilar Jiménez Alexandre. Editorial Graó. Barcelona, pp. 95-118.

9. Candela, M. A. (1991), *"La necesidad de entender, explicar y argumentar: los alumnos de primaria en la actividad experimental"*, Tesis DIE, 7, México, CINVESTAV, IPN.
10. Carvalho A.M.P. (2009), *"Las prácticas experimentales en el proceso de enculturación científica"* en: [www.udp.cl/biblioteca/boletines/2009/noviembre/educacion/03.htm](http://www.udp.cl/biblioteca/boletines/2009/noviembre/educacion/03.htm)
11. CCH (1996), *Plan de Estudios Actualizado*, DGCCH, UNAM. pág. 4.
12. Coll, C. (1998) *La construcción del conocimiento en el aula*. España: Grao,. Pág. 162.
13. Díaz B., F. y Hernández R., G. (1997). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. McGraw-Hill, México, 232p.
14. Driver, R. (1988), *"Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias"*, en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. VI, núm. 2, pp. 109-120.
15. Escaño, J. y Gil de la Serna, Ma. (1994). *Cómo se aprende y cómo se enseña*. Cuadernos de Educación. (2ª ed.). Barcelona: Horsori. p. 57
16. Fontúrbel, F. y C. Ibañez. (2004). *Fuentes de energía biológica: empleo del metabolismo microbiano para la descontaminación de aguas*. Universidad Loyola. La paz, Bolivia. *Revista de biología. Org.*, No. 17  
En: <http://www.biologia.org/?pid=5000&id=85&page=0>.
17. García, F.J. y Doménech, F. (1997). *Motivación, aprendizaje y rendimiento escolar*. *Revista Electrónica de Motivación y Emoción (R.E.M.E)*, vol. 1 (0), 1-1  
En: [http://www.robertexto.com/archivo/motiv\\_aprendiza.htm](http://www.robertexto.com/archivo/motiv_aprendiza.htm)

18. García, G. M. (2005). "El laboratorio de química en microescala en las actividades experimentales" en: enseñanza de las ciencias, número extra. VII CONGRESO. 130 pp.
19. Gardner H. (1999). *Estructuras de la mente; La teoría de las inteligencias múltiples*. Fondo de Cultura Económica. 291 pp.
20. Gersenowies R. (2009). *Los orígenes de la vida y de las células: Una hipótesis de las transiciones evolutivas desde la geoquímica abiótica a los procariotas quimioautótrofos, y de los procariontes a las células nucleadas*. Laboratorio de Anatomía Animal Comparada
21. Gil Pérez, D. (1983), "Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias", en Enseñanza de las Ciencias, vol. I, num. 1, pp. 26-33.
22. Gil Pérez, D. Furió Más, Carles, Valdes, Pablo, Salinas, Julia. Martinez-Torregrosa, Joaquín, Guisasola, Genaro. González, Eduardo, Dumas-Carré, Andrée, Goffard, Monique y Pessoa de Carvalho, Anna M. (1999). *¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?* en *Enseñanza de las Ciencias* 17(2), pp. 311-320.
23. Giordan, A. y G. Vecchi (1987), "Los conceptos de biología adquiridos en el proceso de aprendizaje", en Enseñanza de las Ciencias, vol. V, núm. 2, pp. 105-110.
24. Giordan, André (1988). *Conceptos de Biología 1*. Centro de Publicaciones del MEC. Barcelona. Ed. Labor. 201pp.
25. Hamachek, P. (1970). *La motivación en la enseñanza y el aprendizaje*. (Trad. de Aníbal C. Leal). Argentina: Centro de Desarrollo de ayuda Técnica, p.6

26. Hernández Ruíz, Santiago; Etchepare, Armonía; Lourenço Filho, Manuel Bergstrom; Gallo, Víctor; García Herrera, Aurora; Hermoso Nájera, Salvador; Larroyo, Francisco; Maza, Piedad; Salas Marchán, Maximiliano; Valenzuela, Gilberto. (1960). *Metodología General de la Enseñanza*. Tomo II. México: Hispano Americana, p. 84.
27. Hodson, D., (1994). *Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio*. en: enseñanza de las ciencia. 12(3), 299-313.
28. Logan, L. y Logan, V. G. (1980). *Estrategias para una enseñanza creativa*. (Trad. de Alicia Ramón García). Barcelona: Ediciones Oikos-tau, p. 22
29. Lomelí, G., R. Tamayo, E. Azpiazu, M. Cuspinera y F. Caballero. (1990), *Qué nos importa acerca de la enseñanza del método experimental* Cuadernos del Colegio No. 46. CCH. UNAM. México. 261pp.
30. Mateos, A. (2000). *Compendio de etimologías grecolatinas en español*. Editorial Esfinge. México. 408 pp.
31. Mathews, C. K. and K. E. van Holde. (1991) *Biochemistry*. Ed. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. 2464 pp.
32. Morowitz, H. J. (1992). *Beginnings of Cellular Life*. Yale University Press. 577 pp.
33. Nicholls, D.G. (1982) *Bioenergetics*. Academic press: New York. 297 pp.
34. Padilla, P. V. (2008). *“Estrategias para el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura de laboratorio de psicopedagogía desde una perspectiva constructivista”*. Una propuesta de trabajo. Tesina para obtener el título de Licenciado en Pedagogía. México. Facultad de filosofía y letras. UNAM. 75pp.

35. Páez-Osuna, F. y J.I. Osuna-López. (1988). Ventilaciones hidrotermales en la Cuenca de Guaymas y la Región Dorsal-Este del Pacífico Oriental 21 N: Aspectos Geoquímicos. *Ciencias del Mar*; 4(10):27-32.
36. *Plan General de Desarrollo del Colegio de Ciencias y Humanidades 1999-2002*, Universidad Nacional Autónoma de México, 1999, 37 pp.
37. Peretó J. G. (1994), *Orígenes de la evolución biológica. Un panorama de las ideas modernas sobre el origen de la vida*. Eudema S.A, Madrid. 95 pp.  
Tomado el 11 de noviembre de 2010.
38. Posner, G. (1979). *Instrumentos para la investigación y desarrollo del currículo: aportaciones potenciales de la ciencia cognitiva*. *Perfiles Educativos*, 6:17-40. Universidad Nacional Autónoma de México: Centro de Investigaciones y Servicios Educativos.
39. Quesada, R. (1988). *¿Porqué formar profesores en estrategias de aprendizaje?. Perfiles educativos*, 39. Universidad Nacional Autónoma de México: centro de Investigaciones y Servicios educativos. 12 pp.
40. Quesada, R. (2002). *Cómo planear la enseñanza estratégica*. Ed. Limusa. México. 200 pp.
41. Reigosa C. y Jiménez A. (2000) *“La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio”*. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (2), pp. 275-284
42. Rodríguez S.M. (2007) *“Prácticas de laboratorio de bajo costo como estrategia para el aprendizaje de la química”*. Tesis para obtener el título de Ingeniero Químico. México. Facultad de Química. UNAM. 54 pp.
43. Salas-Salvadó J., P. García Lorda y J. M<sup>a</sup> Sánchez Ripollé., (2007). *La alimentación y la nutrición a través de la historia*. Barcelona. Editorial Glosa. 225 pp.

44. Sánchez C. M. (2009) "*La importancia de las prácticas de laboratorio de biología en el aprendizaje de los alumnos del nivel medio básico (secundaria)*". Reporte de Trabajo Profesional para obtener el título de Bióloga. México. Facultad de Ciencias. UNAM. 186 pp.
45. Santrock, W. John (2004). *Psicología del desarrollo en la adolescencia*. (9a ed.) Madrid: McGraw-Hill. 509 pp.
46. Secretaría de Educación Pública (1993), *Plan y Programas de Estudio de Educación Primaria*, México.
47. Tamayo O. E. (2001) "*Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional. Aplicación al concepto de Respiración*". Tesis doctoral. España. Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales. Universidad Autónoma de Barcelona. 328 pp.
48. Villalobos C., M. (1996) "*Didáctica integrativa y el proceso de aprendizaje*". Trillas. México. p. 218
49. Warren D. D. (1997). *Biology Laboratory Manual*, 4th Edición. Publisher: Wm C. Brow. 86 pp.
50. Zendejas M. J. (2008). "*Importancia de las prácticas de laboratorio en el proceso de aprendizaje de las asignaturas experimentales: estudio de caso C.B.T.A. 174*". Tesis para obtener el título de Licenciado en Biología. México . Facultad de Ciencias. UNAM, 54 pp.
51. Zorrilla, A. y Torres (1982). *Guía para elaborar la tesis*. McGraw-Hill, México. 111 p.