



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**DESARROLLO Y APLICACION DE UN  
SOFTWARE EDUCATIVO, COMO APOYO EN EL  
APRENDIZAJE DEL MECANISMO  
RESPIRATORIO EN EL SER  
HUMANO, PARA ALUMNOS DE  
SEGUNDO GRADO DE  
EDUCACION SECUNDARIA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**B I O L O G O**

**P R E S E N T A :**

**AMADO DE ANDA BAHENA**

**DIRECTORA DE TESIS:  
DRA. MARIA EUGENIA TOVAR MARTINEZ**



**FACULTAD DE CIENCIAS  
UNAM**

2004



**FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION ESCOLAR**

---

---



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ**  
**Jefe de la División de Estudios Profesionales de la**  
**Facultad de Ciencias**  
**Presente**

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:  
"Desarrollo y aplicación de un software educativo, como apoyo  
en el aprendizaje del Mecanismo Respiratorio en el Ser Humano,  
para alumnos de segundo grado de Educación Secundaria.

realizado por

De Anda Bahena Amado.

con número de cuenta 07931783-4 , quien cubrió los créditos de la carrera de:

Biología.

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario Dra. María Eugenia Tovar Martínez

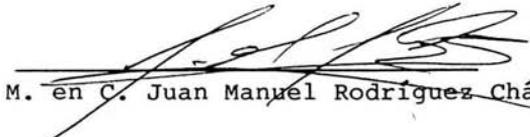
Propietario Biol. Jorge Antonio Moreno Hernández

Propietario M. en C. Juan Francisco Barba Torres

Suplente M. en C. Alejandro Martínez Mena

Suplente M. en C. María Teresa Gaspar Dillanes

Consejo Departamental de Biología

  
M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE ENSEÑANZA  
DE BIOLOGÍA

## **RECONOCIMIENTOS**

A la Dra. María Eugenia Tovar, por su apoyo y ejemplo durante muchos años.

A mis sinodales, quienes con su confianza me han apoyado para llevar a cabo este proyecto.

A María Ana Onetti cuyo apoyo técnico fue invaluable y decisivo.

## **DEDICATORIA**

A Maili; La más sublime fuente de inspiración y amor que la vida me ha obsequiado.

A María, mi madre; Fuente inagotable de ternura, ánimo y amor.

A Luis Mario, mi hijo; Por su cariño y admiración.

A Narciso, mi hermano; Quien me enseñó que la mediocridad no es un estilo de vida.

A Brenda y Gloria, mis hermanas; Por su apoyo y cariño.

A mis sobrinas y sobrino; Por compartir parte de mi vida.

A Julio, Gerardo, Erica y Tere; Quienes más que amigo, me han tratado como hermano.

A Crisa y Raúl; Ejemplos de amistad y casi mi segunda familia.

A Marissa; Por su apoyo incondicional.

A Ana y Margarita; Quienes me han apoyado y animado a seguir adelante.

A mis amigos y compañeros; Manuel, Natzin, Sergio, Becky, Pancho, Toño, Paulina, Severino, Esther, Lucía, Rocío, Erick, Laura, Malú, Leo, Fernando, Israel, Acmed; Por su deliciosa amistad.

A mis alumnos y exalumnos; De quienes he aprendido más, de lo que les he enseñado.

Al Colegio Madrid A.C. Mi segunda casa, mi refugio, parte de mi vida.

## **RESUMEN:**

En el siguiente trabajo, se presenta una investigación educativa, en la cual se pretende abordar las ventajas de la enseñanza asistida por computadora, usándola como un apoyo para la enseñanza constructivista. Se empleó un software educativo especialmente diseñado para la adquisición de conocimientos por parte de los alumnos, usando la interacción con el medio con la finalidad de promover el aprendizaje del mecanismo respiratorio en los seres humanos, al nivel de los alumnos de segundo grado de educación secundaria.

Se incluye una revisión acerca del marco teórico pedagógico con el objeto de enmarcar este tipo de enseñanza dentro de la concepción constructivista de la educación.

Asimismo, se revisó el marco teórico disciplinario, y se analizó el plan de estudios vigente (Plan y programas de estudio SEP, 1993, La enseñanza de la biología en la escuela secundaria SEP, 2004), haciendo referencia al contraste existente entre el enfoque del material elaborado en este trabajo, los temas propuestos y el estado cognitivo de los estudiantes.

Se presentan las ideas previas de los estudiantes; con respecto al mecanismo respiratorio y con base en ellas y al análisis del estado cognitivo de éstos, se elaboró un software educativo de carácter interactivo, apropiado para la enseñanza del mecanismo respiratorio en los seres humanos.

Para evaluar los resultados del aprendizaje, se elaboró un instrumento de medición del conocimiento coherente con el software y que fue utilizado como un pretest y postest a la aplicación de éste con los estudiantes.

El análisis de los resultados de los tests, fue validado con la aplicación de pruebas estadísticas, lo que arrojó una serie de conclusiones y recomendaciones.

## CONTENIDO:

INTRODUCCIÓN.....	I
I.- Justificación.....	IV
II.- Objetivos.....	VI
Generales.....	VI
Específico.....	VI
III.- Hipótesis.....	VII
CAPITULO 1:	
MARCO TEÓRICO PEDAGÓGICO.....	01
1.1.- Constructivismo.....	01
1.2.- Teoría cognoscitiva o del conocimiento.....	02
1.3.- Aprendizaje significativo.....	06
1.4.- Ideas previas.....	07
1.5.- Cambio conceptual.....	08
1.6.- Nuevas tecnologías.....	09
CAPITULO 2:	
MARCO TEÓRICO DISCIPLINARIO.....	14
2.1.- Bases teóricas sobre la respiración.....	14
2.1.1.- El mecanismo respiratorio, en los seres humanos.....	14
2.1.2.- El proceso Bioquímico-Celular.....	17
2.2.- Marco histórico.....	21
CAPITULO 3:	
METODOLOGÍA.....	27
CAPITULO 4:	
RESULTADOS.....	30
4.1.- Plan de estudios (Secretaría de Educación Pública, 1993).....	30
4.2.- Ideas previas de los adolescentes sobre la respiración.....	32
4.3.- Software.....	35
4.4.- Instrumento de medición.....	36
4.5.- Resultados de la aplicación de los tests.....	36

## CAPITULO 5:

ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	38
DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
ANEXOS.....	55
Anexo 1 Los programas de Biología. Enfoque.....	55
Anexo 2 Los programas de Biología. Contenido temático del plan de estudios. Primer grado.....	58
Anexo 2 Los programas de Biología. Contenido temático del plan de estudios. Segundo grado.....	62
Anexo 3 Descripción del software.....	66
Anexo 4 Instrumento de medición.....	76
Anexo 5 Desarrollo de las pruebas de $\chi^2$ , para comparar las calificaciones obtenidas por los grupos experimentales, entre el pretest y el postest, por pregunta.....	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90

## **INDICE DE TABLAS:**

TABLA 1.- IDEAS PREVIAS PARA LA POBLACIÓN ANALIZADA.....	33
TABLA 2.- CATEGORIZACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
TABLA 3.- CATEGORIZACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS EXPLORADAS EN LOS GRUPOS ANALIZADOS.....	34
TABLA 4.- CONCENTRADO DE LOS RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS TESTS.....	37
TABLA 5.- CONCENTRADO DE INFORMACIÓN PARA LA PRUEBA DE HIPÓTESIS “COMPARACIÓN POR PAREJAS”, ELABORADA PARA EL GRUPO EXPERIMENTAL I.....	39
TABLA 6.- CONCENTRADO DE INFORMACIÓN PARA LA PRUEBA DE HIPÓTESIS “COMPARACIÓN POR PAREJAS”, ELABORADA PARA EL GRUPO EXPERIMENTAL II.....	41
TABLA 7.- CONCENTRADO DE INFORMACIÓN PARA LA PRUEBA DE HIPÓTESIS “COMPARACIÓN POR PAREJAS”, ELABORADA PARA EL GRUPO EXPERIMENTAL III.....	43

TABLA 8.- CONCENTRADO DE INFORMACIÓN PARA LA PRUEBA DE HIPÓTESIS "COMPARACIÓN POR PAREJAS", ELABORADA PARA EL GRUPO CONTROL.....	45
TABLA 9.- RESULTADOS DE LA PRUEBA DE SCHEFFE (ANÁLISIS DE VARIANZA), PARA COMPARAR SI HAY DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE LA POBLACIÓN EXPERIMENTAL Y EL GRUPO CONTROL, EN EL POSTEST...	47
TABLA 10.- CONCENTRADO DE INFORMACIÓN PARA LA PRUEBA DE $\chi^2$ , EMPLEADA PARA ELABORAR LAS TABLAS DE CONTINGENCIA (2 X 2) Y CORRELACIONAR LAS FRECUENCIAS ABSOLUTAS DE RESPUESTA CORRECTA E INCORRECTA, EN EL PRETEST Y EL POSTEST PARA LA POBLACIÓN EXPERIMENTAL.....	48
TABLA 11.- PLANTEAMIENTO GENERAL DE DATOS PARA LA PRUEBA DE $\chi^2$ , EN UNA TABLA DE CONTINGENCIA (2 X 2).....	49
TABLA 12.- RESULTADOS CONCENTRADOS POR PREGUNTA, DE LAS PRUEBAS DE $\chi^2$ .....	49

## INTRODUCCIÓN:

Para cualquier docente independientemente del nivel educativo, especialmente de las áreas científicas, debido a la complejidad de éstas, debería ser importante preguntarse si su labor es de verdad trascendente para sus alumnos, es decir; si los sujetos que se encuentran bajo su responsabilidad educativa, están aprendiendo "lo que deben aprender" y si encuentran algún significado real en los contenidos, para su desarrollo académico y social.

Definitivamente estos cuestionamientos no son nuevos, sin embargo aún existe un alto grado de reprobación y de bajo rendimiento académico en los sistemas educativos de nuestro país (Chamizo, 2004).

En el nivel de secundaria, este problema se agudiza, ya que los adolescentes (12 a 15 años) en esta etapa de su vida están experimentando cambios importantes en su desarrollo biológico, social y cultural, comienzan a aprender una nueva manera de relacionarse entre ellos, especialmente entre individuos de géneros diferentes. Este periodo es crucial en el desarrollo de habilidades y actitudes académicas ya que es el inicio real de la orientación vocacional, por ello la calidad en la enseñanza debería ser un factor importante digno de tomarse en cuenta por parte de los docentes que imparten todas y cada una de las materias del currículo escolar.

Inmersa en este universo educativo, se encuentra la enseñanza de la Biología. En el plan de estudios de la SEP (Secretaría de Educación Pública), se han propuesto una serie de contenidos que los alumnos deben aprender a lo largo de la educación media básica, mismos que le darán un panorama amplio acerca de los conocimientos alcanzados por la humanidad, desde el punto de vista científico y que al fin de cuentas, redundan en su conocimiento personal como individuos y seres sociales.

Uno de los temas de estudio que se consideran de mayor importancia, es el tema de respiración ya que cualquier persona identificaría a éste como uno de los factores indispensables para la vida, y por otro lado durante la revisión del

proceso, se evidencia la relación que tiene este fenómeno biológico con la Química y la Física, ya que se trata de un evento en el que ocurren cambios en la materia.

El plan de estudios de educación Secundaria, considera la enseñanza de la respiración como una de las funciones básicas de los seres vivos, en primero y segundo grados. De la misma manera, en segundo grado, en la materia de Química, se hace referencia a la respiración como un “fenómeno químico” relacionado con los seres humanos. Lo cual responde al enfoque de dicho plan en el que se menciona: “Es fundamental marcar, por ejemplo, las relaciones más notorias entre la Biología la Química y la Física, en ese sentido, existen contenidos claramente comunes...”, “... el alumno debe tener claro que las ciencias comparten propósitos, contenidos y métodos”. (Plan y programas de estudio SEP, 1993).

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, surge la necesidad de preguntarse: ¿Cómo enseñar, de tal manera que los conocimientos resulten significativos y atractivos para los estudiantes?

Este cuestionamiento ha hecho de la investigación pedagógica un área de suma importancia en el quehacer docente. En la actualidad, se presentan corrientes pedagógicas que tratan con detalle y de manera seria, siguiendo el rigor científico, de resolver este cuestionamiento.

Como resultado de varias décadas de investigación, se ha desarrollado una concepción en la educación que pone al alumno como el principal actor en el proceso de enseñanza-aprendizaje, como el constructor de su propio conocimiento (Carreras, 2003).

De acuerdo con Ausubel (1963), el aprendizaje significativo, es el único eficaz y el alumno aprende significativamente cuando es capaz de relacionar las nuevas ideas con algún aspecto esencial de su estructura cognitiva. La persistencia de lo que se aprende y la utilización de los contenidos en otros contextos y situaciones son dos de las características del aprendizaje significativo (Enciclopedia General de la Educación, 1994)

“Para la concepción constructivista aprendemos cuando somos capaces de elaborar una representación personal sobre un objeto de realidad o contenido... no solo modificamos lo que ya poseíamos, sino que también interpretamos lo nuevo de forma peculiar, de manera que podamos integrarlo y hacerlo nuestro... Cuando se da este proceso, decimos que estamos *aprendiendo significativamente*, construyendo un significado propio y personal para un objeto de conocimiento que objetivamente existe” (Coll *et al.*, 1992).

Ahora bien, la manera de alcanzar el aprendizaje significativo por parte de los estudiantes, es también una labor del docente el cuál diseña y conduce las estrategias didácticas pertinentes mediante las cuales los alumnos puedan llegar a evidenciar las ideas previas que poseen de cada tema, las cuestionen, investiguen y reelaboren nuevos conceptos e ideas más cercanas a las científicas. “Toda tarea de aprendizaje es, para el individuo, una aventura de creación de un orden nuevo, de una manera nueva de percibir el mundo y de orientarse en él” (Fernández, 1979).

“Se ha dicho varias veces que la concepción constructivista no es en sentido estricto una teoría, sino más bien un marco explicativo que partiendo de la consideración social y socializadora de la educación escolar, integra aportaciones diversas” (Coll, *et al.*, 1992).

El advenimiento de nuevas tecnologías en la sociedad, como es el caso de la cibernética, han propiciado que se incrementen las posibilidades de enseñanza de manera muy efectiva, “podemos potenciar las actividades experimentales si incorporamos tecnologías de cómputo en nuestras clases...”, “... podemos realizar el diseño y/o adecuación de otras estrategias para abordar temas de ciencias donde hay problemas de aprendizaje” (De Anda, Cervantes, Islas y Ríos, 2004).

## **I.- Justificación.**

Uno de los factores medulares en la enseñanza de cualquier contenido, es el tener en cuenta al estudiante, es decir el análisis de las ideas previas que los alumnos tienen, en contraposición al esquema tradicional en el que se toma en cuenta lo que los alumnos “deberían saber” y lo que “deben aprender”.

Con respecto al tema de respiración, se han analizado las ideas previas más comunes en múltiples investigaciones, algunas de las cuales se han concentrado en la página electrónica de ideas previas, elaborada por el Centro de Instrumentos de la UNAM en México y otros portales a nivel mundial (<http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/preconceptos.htm/caracteristicas>).

En la actualidad las nuevas tecnologías de enseñanza, incluyen el uso de programas educativos, muchos de ellos contruidos sólo con la concepción informativa e ilustrativa que podría tener cualquier libro de texto o enciclopedia, con las ventajas del uso de una computadora. Sin embargo, en este campo de la educación, también se ha avanzado con concepciones que ponderan el aprendizaje constructivo.

Es importante considerar que el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías a la enseñanza, deben ser coherentes e integradas al resto de la investigación didáctica (Cañal, Ballesteros y Merino, 2004).

Se han puesto de manifiesto diversas líneas de desarrollo en la investigación sobre medios tecnológicos aplicados a la enseñanza, el uso y aplicación de atributos del hardware, aspectos estructurales del software y comunicación de los mensajes, la interacción de los software con los individuos usuarios y el cambio cognitivo, las actitudes y relaciones de los usuarios con el software y por último los criterios de aplicativos de los software (Cabero, 2001, Cabero y Duarte, 2000).

El desarrollo tecnológico actual en el campo de la cibernética permite y obliga al uso y aplicación de estas tecnologías como herramientas didácticas, contribuyendo a la puesta en marcha de estrategias didácticas constructivistas (Cañal, Ballesteros y Merino, 2004).

La aplicación de un software elaborado con la concepción constructivista, puede poner de manifiesto problemas conceptuales en los alumnos, el objetivo entonces del software deberá ser el de poner en conflicto las ideas previas con alternativas nuevas y plausibles. Uno de los mecanismos más empleado para generar el cambio conceptual, radica en provocar un conflicto entre lo que el alumno sabe o intuye y la presentación de alternativas que en contraposición cuestionen las ideas previas y que estas últimas tengan un alcance limitado o anómalo para explicar las evidencias presentadas, lo cual deberá ser percibido por el estudiante. "Este mecanismo descansa sobre la idea fundamental de que hay que debilitar la concepción alternativa del estudiante que, como se ha visto, es resistente a ser modificada" (Rodríguez-Moneo y Aparicio, 2004).

## **II.- Objetivos.**

### **- Generales:**

Revisar las ideas previas de los alumnos de segundo de secundaria con respecto al mecanismo respiratorio.

Evaluar la bondad del software elaborado y aplicado a una población de 100 alumnos de segundo grado de educación secundaria, del Colegio Madrid A.C. en la Ciudad de México.

Comparar si hay diferencia significativa entre el conocimiento alcanzado por la población analizada con un grupo control, con las mismas características escolares y socioculturales de los grupos experimentales.

### **- Específico:**

Desarrollar un programa computacional que apoye el aprendizaje del mecanismo respiratorio en el ser humano.

### III.- Hipótesis.

El conocimiento adquirido por parte de los estudiantes siguiendo un programa escolar, comúnmente es identificado por los alumnos como: "cosas que tienen que aprender", ya que es uno de los objetos de su presencia en un sistema escolarizado.

Debido a esta visión del proceso de aprendizaje, los conocimientos "adquiridos" se alejan mucho de la realidad cotidiana de los jóvenes, convirtiéndose en una serie de informaciones, por lo general memorizadas, cuyo análisis por parte de ellos, es limitado y frecuentemente olvidado, "sólo sirve para pasar el examen", y responde a las necesidades del docente.

La enseñanza del mecanismo respiratorio conlleva a un problema metodológico, especialmente desde el punto de vista experimental, ya que el nivel cognitivo de los alumnos resulta muy limitado al realizar experimentos de índole químico en los cuales el reconocimiento de las sustancias y sus reacciones resulta un acto de fe, por otro lado la realización de disecciones no siempre resulta una experiencia exitosa, ya que influyen factores actitudinales de rechazo por parte de los estudiantes, sin tomar en cuenta la limitación institucional por parte de las autoridades educativas federales.

Sin embargo, el uso de modelos y materiales didácticos computacionales ha venido a resolver en buena medida esta problemática, "Como los sistemas reales de interés son de por sí usualmente muy complejos para estudiarlos directamente, se les reemplaza por un modelo que es más sencillo de manejar y cuyo comportamiento se aproxima al referente bajo varias condiciones bien definidas" (Guevara y Valdez, 2004).

El presente trabajo, plantea la elaboración y aplicación de un software que permitirá a los alumnos de segundo grado de secundaria, adquirir un conocimiento más aproximado al científico del mecanismo respiratorio, con una profundidad adecuada a sus características cognitivas.

El software fue diseñado para que los alumnos entiendan las siguientes etapas del mecanismo respiratorio en los seres humanos:

- Inhalación de aire, a través de un sistema respiratorio que incluye; nariz, tráquea, bronquios, bronquiolos y alvéolos.
- Difusión de gases entre el sistema respiratorio y el circulatorio.
- Transporte de gases en el sistema circulatorio, entre ellos el oxígeno a las células.
- Difusión de gases a nivel celular.
- Utilidad del oxígeno en las células.
- Sustancias de desecho, resultantes de la respiración y su transporte fuera del organismo.

Conforme a los planteamientos anteriores, aplicando el software desarrollado, se verá reflejado un mejor aprovechamiento del proceso educativo por parte de los estudiantes.

De la misma manera, los beneficios del software se verán reflejados al comparar la población experimental con un grupo control, ya que el aprovechamiento de los estudiantes será mayor.

El cambio conceptual se verá reflejado en aquellos conocimientos cuyo nivel de complejidad esté verdaderamente de acuerdo con la capacidad cognitiva y de abstracción de los estudiantes, por lo que si se analiza cada pregunta por separado de los tests, podrá saberse los contenidos en los cuales, el cambio conceptual es significativo.

## **CAPITULO 1: MARCO TEÓRICO PEDAGÓGICO.**

### **1.1.- Constructivismo.**

Desde Piaget, una enorme cantidad de investigadores se han dado a la tarea de dilucidar, de manera metódicamente científica, cuáles son los mecanismos mediante los cuales los individuos aprenden, como es natural, la cantidad de corrientes al respecto es muy extensa, sin embargo el objetivo primordial relacionado con el proceso educativo es cómo enseñar. En términos generales el constructivismo se basa en la premisa de que los individuos no asimilan el conocimiento de manera directa, sino que elaboran ideas nuevas a partir de las que ya tienen, reelaborando estructuras de explicación de su entorno y por supuesto de la actividad escolar (Shulman, 1974, Barrón, 1993).

“La concepción constructivista del aprendizaje y de la enseñanza parte del hecho obvio de que la escuela hace accesible a sus alumnos aspectos de la cultura que son fundamentales para su desarrollo personal, y no sólo en el ámbito cognitivo; la educación es motor para el desarrollo globalmente entendido, lo que supone incluir también las capacidades de equilibrio personal, de inserción social, de relación interpersonal y motrices. Parte también de un consenso ya bastante asentado en relación al carácter activo del aprendizaje, lo que lleva a aceptar que éste es fruto de una construcción personal, pero en la que no interviene sólo el sujeto que aprende; los “otros” significativos, los agentes culturales, son piezas imprescindibles para esa construcción personal” (Solé y Coll, 1997).

El papel de los docentes es crucial en el proceso de aprendizaje de los alumnos, no sólo desde el punto de vista pedagógico, sino que son los profesores los primeros que deben poner en tela de juicio sus propias ideas previas, con frecuencia éstas están plagadas de concepciones erróneas o incompletas. Lo que redundaría en una planeación inadecuada del proceso educativo. Dentro del mecanismo de enseñanza-aprendizaje, los profesores son los artífices que conducen a los estudiantes hacia la adquisición de nuevos conocimientos, a cuestionar sus ideas y lograr un aprendizaje significativo, sin embargo también pueden ser los responsables de la fijación de ideas previas conceptualmente

erróneas, lo que afecta la formación integral de los individuos (Chamizo, 2004, Gil y Vilches, 2004, Castillejos, 2004, Pessoa, 2004).

“Está claro que la concepción constructivista no sirve igual para todo lo que configura un centro ni para todas las tareas que tiene encomendadas un profesor. Está claro también que, incluso en aquellas para las que parece más adecuada (las formativas, en su dimensión individual y colectiva), no se trata de una aproximación exclusiva ni excluyente. Su utilidad reside, nos parece, en que permite formular determinadas preguntas nucleares para la educación, nos permite contestarlas desde un marco explicativo articulado y coherente, y nos ofrece criterios para abundar en las respuestas que requieren informaciones más específicas” (Solé y Coll, 1997).

“Pero la concepción constructivista es útil por algo más. Porque se explicita, y contribuye así al ejercicio de contraste con las “teorías” de los profesores. Porque no es un marco excluyente, sino abierto, en la medida en que debe profundizar todavía mucho en sus propios postulados, y en la medida en que necesita enriquecerse, en general y para cada situación educativa concreta, con aportaciones de otras disciplinas. Y si se nos permite, porque es una aproximación optimista, que parte de lo que se posee y entiende que desde este punto de partida se puede ir progresando a medida que las condiciones lo permitan, y porque señala el sentido en que esas condiciones deben establecerse” (Solé y Coll, 1997).

## **1.2.- Teoría cognoscitiva o del conocimiento.**

Una de las cuestiones que siempre ha acosado a los filósofos y psicólogos es el origen y naturaleza del conocimiento. ¿Cómo conocemos el mundo? ¿Cuán grande es la correspondencia entre lo que existe y lo que pensamos que existe? ¿Qué reglas o supuesto aplicamos para comprobar si lo que estamos percibiendo es cierto? La teoría cognoscitiva rastrea el desarrollo de la lógica y la razón desde la infancia hasta la adolescencia, identificando aquellos procesos que entran en el “conocer” en cada etapa evolutiva (Delval, 2001).

En la teoría de Piaget (1950) sobre el desarrollo cognitivo se remarca la importancia de la interacción continua de los niños y sus ambientes, es decir, el desarrollo intelectual está claramente relacionado con el desarrollo biológico. El desarrollo intelectual es necesariamente lento y también esencialmente cualitativo: la evolución de la inteligencia supone la aparición progresiva de diferentes etapas que se diferencia entre sí por la construcción de esquemas cualitativamente diferentes (Macías-Valadez, 1995).

La teoría de Piaget, descubre los estadios de desarrollo cognitivo desde la infancia a la adolescencia: cómo las estructuras psicológicas se desarrollan a partir de los reflejos innatos, se organizan durante la infancia en esquemas de conducta, se internalizan durante el segundo año de vida como modelos de pensamiento, y se desarrollan durante la infancia y la adolescencia en complejas estructuras intelectuales que caracterizan la vida adulta (Delval, 2001).

El término abstracción es utilizado comúnmente para describir las actividades de separar, aislar física y/o mentalmente o considerar por separado las cualidades de algo; para el mundo científico es además, separar lo necesario de lo accidental y está relacionado con las actividades de organizar y clasificar los objetos de conocimiento por sus características, cualidades o atributos (Newman y Newman, 1991).

Específicamente en psicología, la abstracción ha sido considerada como una operación intelectual mediante la cual se identifican mentalmente los elementos distintivos y comunes de un conjunto de objetos o conceptos. Sin embargo, las escuelas contemporáneas de la psicología general experimental, sostiene nociones muy particulares al respecto (Newman y Newman, 1991, Macías-Valadez, 1995).

Tres conceptos de la teoría de Piaget, que proporcionan la base para las discusiones más extensas de las capacidades cognoscitivas son: el esquema, adaptación y etapas del desarrollo.

## EL ESQUEMA

Piaget e Inhelder (1969), definen el esquema como: "La naturaleza u organización de las acciones a medida que son transferidas o generalizadas por la repetición en circunstancias semejantes o análogas". Los infantes, mediante la repetición empiezan a reconocer una secuencia regular de acciones que al cabo guiarán la conducta.

## LA ADAPTACIÓN

Para Piaget (1952), el conocimiento es una actividad que se despliega continuamente, donde el contenido y diversidad de la experiencia estimula la formulación de nuevos conceptos mentales. En este sentido, el conocimiento es resultado de la adaptación, o sea, una modificación gradual del esquema existente que toma en cuenta la novedad o exclusividad de cada experiencia. La adaptación es un proceso de dos partes, donde interacciona la continuidad de los esquemas existentes y la posibilidad de alterarlos. La asimilación es la continuidad del conocer. Los niños empiezan a explorar cada nuevo objeto empleando las respuestas y patrones de conducta que ya se han formado.

## ETAPAS DE DESARROLLO

Piaget (1950, 1970, 1971), considera que la inteligencia sigue patrones regulares y predecibles de cambio que van desde el apoyo total del niño, en la sensación y en la actividad motriz, medios por los que va obteniendo conocimientos, a las capacidades del adolescente para generar hipótesis, prever las consecuencias y formular sistemas lógicos de experimentación.

La etapa más temprana es la inteligencia sensomotriz, que empieza al nacer y dura hasta aproximadamente hasta los 18 meses de edad, mediante el desarrollo y la formulación de esquemas sensorios y motores cada vez más complejos, los infantes empiezan a organizar y controlar sus ambientes.

La segunda etapa, llamada pensamiento preoperativo, empieza cuando el niño representa las acciones con símbolos, esto es, imágenes, palabras o dibujos, y concluye hacia los 5 o 6 años, durante esta etapa de transición, el niño

desarrolla las herramientas para representar los esquemas internamente mediante el lenguaje, la invitación, la imaginación, el juego simbólico y el dibujo también simbólico, el conocimiento se haya muy ligado a sus propias percepciones.

La tercera etapa, el pensamiento operativo, empieza hacia los 5 o 6 años y concluye al principio de la adolescencia, esto es, hacia los 11 o 12 años, durante esta etapa, empiezan a apreciar la necesidad lógica de ciertas relaciones causales. Manipulan categorías, sistemas de clasificación y jerarquías de grupo. Aquí, ya logran resolver problemas claramente vinculados con la realidad física, pero no tienen la capacidad de generar hipótesis sobre conceptos puramente filosóficos o abstractos.

La etapa final del desarrollo cognoscitivo, el pensamiento operativo formal, empieza en la adolescencia y continúa en la madurez. En este nivel, la persona puede conceptualizar las muchas variables que interaccionan simultáneamente. Permite la creación de un sistema de ley o reglas que pueden servir para resolver problemas. El pensamiento operativo formal es aquella clase de inteligencia sobre la que se fundan la ciencia y la filosofía. El conocimiento va cambiando a lo largo del proceso del desarrollo desde una dependencia total de la experiencia, hasta aquella etapa donde la experiencia se representa mediante distintos sistemas simbólicos (lenguaje, juego, dibujo, imitación e imágenes mentales) (Macías-Valadez, 1995).

Los adolescentes en la escuela secundaria, comienzan a experimentar esta última etapa, sin embargo se trata de un proceso paulatino, en el que los docentes influyen y deben ir fomentando poco a poco la capacidad de abstracción de sus estudiantes.

El ambiente sirve de fuente de estimulación esencial para el crecimiento intelectual. La oportunidad de explorar la presencia de la diversidad del medio circundante y la posibilidad de investigar los mismos principios a través de múltiples modos, todo contribuye a la proporción en que tiene lugar el desarrollo. Las diferencias ambientales no alteran el orden de las etapas, sino más bien el compás del cambio. En los casos extremos si no hay diferencias ambientales,

puede ocurrir que no aparezcan determinadas capacidades cognitivas (Vygotski, 1988).

### **1.3.- Aprendizaje significativo.**

Cuando los sujetos logran dar significado a los conceptos o ideas, a partir del estímulo de materiales apropiados y de una actitud propia, se puede hablar de aprendizaje significativo. Se ha propuesto que el aprendizaje significativo es la manera natural de aprendizaje de los individuos, y parte de la idea de que la nueva información es asimilada con base a la existencia de una estructura cognitiva preexistente (Guruceaga y González, 2004).

Según Ausubel (2002), el aprendizaje puede darse basado en la recepción y en el descubrimiento, sin embargo éste último tiene mucho del primero, la diferencia estriba en que el aprendizaje por descubrimiento, parte de la resolución de un problema, lo que activa la reorganización de conocimientos pertinentes para llegar a la comprobación de una hipótesis, lo que por necesidad implica la presentación de ciertos materiales desde un contexto basado en la recepción.

"El aprendizaje significativo basado en la recepción supone principalmente la adquisición de nuevos significados a partir del material de aprendizaje presentado. Requiere tanto una actitud de aprendizaje significativa como la presentación al estudiante de un material *potencialmente* significativo. A su vez, esta última condición supone:

- 1) que el propio material de aprendizaje se pueda relacionar de una manera *no arbitraria* (plausible, razonable y no aleatoria) y *no literal* con *cualquier* estructura cognitiva apropiada y pertinente (esto es, que posea un significado "*lógico*") y,
- 2) que la estructura cognitiva de la persona concreta que aprende contenga ideas de anclaje pertinentes con las que el nuevo material se pueda relacionar.

La interacción entre significados potencialmente nuevos e ideas de anclaje pertinentes en la estructura cognitiva del estudiante da lugar a significados reales o psicológicos. Puesto que la estructura cognitiva de cada persona que aprende

es única, todos los nuevos significados adquiridos también son, forzosamente, únicos” (Ausubel, 2002).

#### **1.4.- Ideas Previas.**

El estudio de las ideas previas data de los años sesenta del siglo XX, también se conocen como concepciones alternativas y se trata de construcciones que las personas elaboran para dar explicación a los sucesos que acontecen a su alrededor y con los cuales tienen relación, evidentemente son cruciales en la interpretación de fenómenos naturales o conceptos científicos, con lo que cada individuo se explica y describe al mundo que le rodea, se trata de concepciones sumamente resistentes al cambio y en algunos casos persisten a pesar de la instrucción escolarizada (Bello, 2004, George, Dietz y Abraham 1977, George, Dietz, Abraham y Nelson 1977).

La mayoría de los autores que han estudiado con detenimiento la conformación y estructura de las ideas previas, consideran que forman una red conceptual o semántica, lo que permite al individuo estructurar un esquema de pensamiento coherente, aunque éste no siempre esté de acuerdo con el esquema conceptual científico, al alternativo, se le conoce como esquema representacional, cuando un sujeto se enfrenta a información que esta en contraposición de su esquema de pensamiento, por lo general, la reacción inmediata es al rechazo de la nueva evidencia ya que pone en tela de juicio su propio esquema, siendo una reacción natural el cuestionamiento de la nueva información tomándola como errónea, por lo que con frecuencia es olvidada.

En algunos casos, la nueva información obliga al sujeto a reestructurar su esquema representacional y con ello se logran cambios en sus concepciones (Bello, 2004).

César Coll (1992), señala: “Cuando el alumno se enfrenta a un nuevo contenido a aprender, lo hace siempre armado de una serie de conceptos, concepciones, representaciones y conocimientos, adquiridos en el transcurso de sus experiencias previas, que utiliza como instrumentos de lectura e interpretación y que determinan en buena parte qué informaciones seleccionará, cómo las

organizará y qué tipos de relaciones establecerá entre ellas". Estos conocimientos previos, permiten contactar con el nuevo contenido y son fundamentales en la construcción de nuevos significados (Miras, 1997).

Uno de los intereses más importantes de la exploración de las ideas previas es la manera en que inciden en la enseñanza de nuevos contenidos, por ello es fundamental explorar las ideas relacionadas específicamente con la temática dispuesta a abordar y partir de éstas para lograr un aprendizaje significativo (Miras, 1997). Es como planear un viaje, se trata de estructurar un itinerario acerca de los sitios de interés y el objetivo del viaje, pero éste carece de sentido y lógica si no se plantea un punto de partida.

### **1.5.- Cambio conceptual.**

Existen varias concepciones acerca del concepto mismo del cambio conceptual, algunos autores proponen que el cambio conceptual es la sustitución completa y radical de las ideas, otras corrientes afirman que se trata de un cambio gradual en las ideas con respecto a un contenido, inclusive algunos investigadores afirman la coexistencia de ideas en los estudiantes, mismas que son utilizadas dependiendo del contexto al que se enfrenten (Bello, 2004).

Aunque existan las anteriores discrepancias, lo que es común es que el proceso de enseñanza- aprendizaje efectivo, conlleva a un cambio en la manera en que los individuos conciben el mundo y por ello, las explicaciones que se hacen acerca de su entorno. El cambio conceptual se logra cuando las explicaciones disponibles en el esquema representacional de un individuo son inconsistentes y limitadas.

Las condiciones para el cambio conceptual, pueden describirse de la siguiente manera:

- a) Es preciso que el estudiante sienta insatisfacción en sus concepciones existentes.
- b) La nueva concepción debe ser mínimamente entendida (clara).

c) La nueva concepción debe parecer desde el inicio plausible (aceptable, tomando en cuenta sus posibles aspectos contraintuitivos).

d) La nueva concepción debe ser fructífera (fecunda, amplia, es decir aplicable a un conjunto de fenómenos o eventos; resolver los problemas creados por su predecesora y explicar nuevos conocimientos y experiencias)" (Strike y Postner, 1985).

El mecanismo del cambio conceptual representa en la actualidad uno de los problemas, en los que hay más discrepancias entre los investigadores educativos, no se cuenta con una teoría que satisfaga ampliamente a todas las interrogantes al respecto, parece haber un acuerdo sin embargo, en que no se trata de una simple sustitución de conceptos, sino de un esquema bastante más complejo (Flores, 2004).

Tal diversidad de opiniones acerca del cambio conceptual ha tenido varias consecuencias; ha favorecido la formación de nuevas concepciones sobre el aprendizaje, ha propiciado un nuevo modelo de desarrollo intelectual y se han propuesto nuevas aplicaciones didácticas (Rodríguez-Moneo y Aparicio, 2004).

### **1.6.- Nuevas tecnologías.**

Con la explosión del desarrollo de las nuevas tecnologías sobre todo las relacionadas a la comunicación y la información, tanto los grupos, como los individuos tienen la posibilidad de comunicarse a cualquier parte del mundo.

Cada vez es más claro que la exitosa incorporación de las tecnologías a los procesos educativos depende no sólo de la infraestructura, equipos y programas con que se cuente. Son muchos los factores que afectan estos proyectos; entre otros, el correcto diseño de nuestras estrategias, la adecuación de la organización, la capacitación del personal. La escuela y el sistema educativo no sólo tienen que enseñar nuevas tecnologías, también tienen que enseñar materias a través de las nuevas tecnologías, pues la escuela tiene que formar gente que este a la vanguardia con dichos cambios, es decir, los avances en las telecomunicaciones y en los sistemas computacionales han facilitado el rápido desplazamiento de

recursos, bienes y servicios, en este sentido, cualquier país requiere ser más competitivo y, para lograrlo, es indispensable que sus ciudadanos estén adecuadamente preparados, por lo tanto, la actitud de la escuela tiene que empezar a modificarse a partir de estos retos no sólo sociales y económicos, sino también educativos, en lo que respecta a las distancias, al tiempo y al almacenamiento de información en cada vez espacios más pequeños (VIRTUALIA, suplemento de *La jornada*, 1997-1998).

Más allá de equipar a las aulas con pantallas de televisión, computadoras, aparatos de audioconferencia, se busca crear un espacio para la construcción del conocimiento. En torno a ello, se tienen que analizar una serie de teorías cognoscitivistas que permitan identificar el cómo y el para qué aprender determinados contenidos que sean significativos para los alumnos, buscando así proporcionar los elementos necesarios para aprender a aprender, al mismo tiempo se tienen que desarrollar una serie de habilidades que sean estratégicas para solucionar problemas y a la vez que enriquezcan los procesos de enseñanza-aprendizaje. Por lo tanto, aprendizaje e información son procesos que, finalmente, van de la mano (Cañal, Ballesteros y Merino, 2004).

La educación se ha venido transformando de un sistema clásico y conservador a un ambiente dinámico y creativo, en el que los estudiantes tendrán que "aprender a aprender", es decir, a hacer descubrimientos de manera independiente, en este sentido, múltiples investigaciones demuestran que cuando se hace un uso adecuado del *software* educativo, se pueden alcanzar mejores niveles de aprendizaje (Gallegos e Irazoque, 2002). Actualmente, la presencia y facilidad para el uso de medios interactivos en la educación, permiten que el ser humano aumente sus habilidades para convertir la información en conocimientos.

Muchos investigadores han comprobado que la combinación de la inteligencia artificial, las ciencias cognitivas y el desarrollo de la tecnología pueden generar, y ya lo están haciendo, un cambio radical en los procesos de enseñanza-aprendizaje y en la solución de problemas (Membriela, 1997). Existen numerosas publicaciones que avalan que el aprendizaje, mediado con *software* educativo, favorece significativamente los logros académicos de los alumnos.

El uso de la computadora en la educación puede enfocarse desde tres puntos de vista:

a) Aprender desde las computadoras.

A este aprendizaje generalmente se le conoce como instrucción asistida por computadora o CAI (*Computer Aided Instruction*) y es uno de los usos predominantes de la computadora dentro de la tecnología educativa.

En la instrucción asistida por computadora se pretende que ésta ayude al estudiante en sus procesos de aprendizaje. Esta asistencia puede involucrar desde programas de ejercitación hasta aplicaciones que enseñen contenidos completos sin ayuda del profesor. En el primer caso, la computadora puede presentar juegos o problemas que sirvan para que el estudiante repase lo visto en clase.

En el segundo caso, la computadora es la que presenta, interactúa con el alumno, permite que el estudiante practique y evalúa su aprendizaje.

El aprendizaje desde las computadoras puede involucrar el uso de tutoriales, simuladores o alguna forma de interactividad.

b) Aprender con las computadoras.

Aprender "con" significa usar a la computadora como una acompañante en las tareas o actividades escolares. Cuando se aprende "con" las computadoras, las funciones cotidianas de éstas se incorporan a la vida académica. Por ejemplo, usar una hoja de cálculo para la clase de matemáticas, buscar en Internet o en bases de datos información sobre una tarea, enviar un correo electrónico para solicitar asesoría, o sencillamente utilizar un procesador de palabras para hacer los trabajos escolares.

c) Aprender sobre las computadoras.

Tal vez la forma más evidente de aprender sobre las computadoras sea conocer acerca del hardware y software de éstas. Sin embargo, este tipo de aprendizaje se puede convertir en una oportunidad para facilitar los procesos

cognitivos del niño, o del usuario, bajo un enfoque constructivista. En el constructivismo se sostiene que el niño no descubre el conocimiento sino lo construye; se afirma, bajo este enfoque, que las propiedades del mundo son construidas por el niño con base en su maduración, experiencia física y experiencia social. El primer programa de computación utilizado con un sentido constructivista del aprendizaje fue Logo. Logo es un lenguaje de programación para niños que actualmente ha evolucionado a otras formas de interacción llamadas micromundos.

Los tres puntos de vista sobre la aplicación de la computadora en la educación, son sólo algunas de las formas más generales de introducir tecnologías de información en ambientes escolares; a pesar de ello, hablar de incorporar tecnologías de información en un país en donde falta mucho por hacer para incrementar, a niveles por lo menos dignos, la calidad de la educación, puede parecer un ejercicio mental más que una posibilidad de mejorar la calidad educativa. Sin embargo, es tarea de los gobiernos, y de sus ciudadanos, buscar mecanismos que ayuden a alcanzar mejores niveles en la calidad de la educación. Uno de los mecanismos puede ser el uso de la informática como medio instruccional. El uso inteligente de estos medios, centrado en las necesidades de los usuarios, puede ser fundamental para desarrollar la habilidad de aprender a aprender. El llevar las computadoras a las escuelas no servirá de nada si no se hace un uso inteligente de ellas. Decía Vygotski, brillante psicólogo ruso de inicios de este siglo, que una palabra sin pensamiento es cosa muerta y un pensamiento sin palabras es algo que permanece en la obscuridad. Puede decirse algo similar en relación a las computadoras y su uso en la educación (VIRTUALIA, suplemento de *La jornada*, 1997-1998).

Es bastante posible que la tecnología sea buena para aumentar la motivación de los chicos, de tal suerte que puedan entender una teoría matemática a partir de observar cómo se aplica en un centro espacial, entre muchas otras cosas, por supuesto. Además, no es un secreto que el soporte digital es seductor para chicos y adolescentes, lo cual agregaría un plus de motivación a toda propuesta didáctica (Cabero y Duarte, 2000).

Las estrategias de enseñanza interactivas, son las que mejor responden las necesidades de aprendizaje (Rodríguez-Moneo y Aparicio, 2004).

El reto es educar tecnológicamente a la población, es decir, que la gente sea capaz de manejar e interactuar con las nuevas tecnologías, y sea capaz, también, de saber encontrar la información necesaria para resolver problemas de cualquier tipo: de la vida cotidiana, de tecnología, de economía, de las ciencias, etc. En la medida en que el grueso de la población esté en condiciones de acceder a las nuevas tecnologías, será posible ir cerrando (no eliminando) las enormes brechas y desigualdades que existen en la actualidad (Cañal, Ballesteros y Merino, 2004).

La tendencia del siglo XXI, es hacia la construcción de nuevos sistemas de educación, que preparen al individuo para entender su propia realidad y pueda así seguirla transformando. (Cañelas, 1994), indica que estos nuevos sistemas deben tener algunas de las siguientes cualidades: interactividad, movilidad, convertibilidad, conectabilidad, omnipresencia (democratización total de la información) y mundialización (información sin fronteras ni diferencias).

## **CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO DISCIPLINARIO.**

### **2.1.- Bases teóricas sobre la respiración.**

#### **2.1.1.- El mecanismo respiratorio, en los seres humanos.-**

La Respiración es fundamental para los seres vivos que evolutivamente han adoptado este sistema, como es natural suponer, cada especie ha desarrollado diferentes formas de hacer llegar oxígeno a las células (que al fin de cuentas es el destino final de éste), con la finalidad de llevar a cabo una serie de procesos bioquímicos tendientes a la obtención de energía.

El proceso histórico que ha llevado a descubrir con detalle los pasos de la respiración, ha estado relacionado directamente con el desarrollo de ideas relacionadas con la medicina, ya que el ser humano ha sido uno de los principales objetos de estudio en esta rama del conocimiento.

El proceso histórico y lógico del conocimiento acerca de las estructuras y la fisiología relacionadas con la respiración se ha dado desde la concepción macroscópica hasta la microscópica y molecular (Alexander, et. al., 1992).

En los humanos, el mecanismo respiratorio comienza con la alternancia entre la inhalación y la exhalación, que son los fenómenos que podemos apreciar a simple vista, sin embargo de manera simplista podemos decir que se trata del inicio y el término del mecanismo, respectivamente.

Si se repasa con más detenimiento todo el mecanismo, este adquiere una lógica bastante razonable con respecto al objetivo final y real de la respiración.

Se puede comenzar el análisis de la respiración con el evento de la inhalación, que parece bastante simple y que sin embargo se trata de un maravilloso ejemplo de sincronía entre el aparato respiratorio, el digestivo, diafragma, aparato circulatorio y el sistema nervioso, por principio de trata de un evento involuntario, aunque de manera conciente podamos influir en él (Campbell, Mitchell y Reece, 2001; Biggs, Kapicka y Lundgren, 2000).

La frecuencia con que se inhala está regulada por la concentración de CO<sub>2</sub> en la sangre, misma que es detectada por los propioceptores localizados en la médula oblonga, a mayor concentración de éste mayor será la frecuencia respiratoria y por consecuencia también se acelera el ritmo cardiaco (Biggs, Kapicka y Lundgren, 2000).

La inhalación y la exhalación son provocadas por la contracción y relajación de los músculos situados entre las costillas, pero principalmente por la acción del diafragma, cuando este se contrae, se produce la inhalación y al relajarse se lleva a cabo la exhalación, la frecuencia y ritmo de estos movimientos están regulados por los centros de control de la respiración en la misma médula oblonga (Kimball, 1986, Biggs, Kapicka y Lundgren, 2000).

El aire penetra a través de la nariz principalmente, aunque puede hacerse el intercambio gaseoso a través de la boca. Las fosas nasales están recubiertas por vellos que atrapan la mayor parte de partículas suspendidas que pueden ser nocivas, con la misma finalidad, se secreta moco en estas estructuras, no obstante no se trata del único medio de filtración del aire que penetra en el organismo, las paredes de la tráquea y los bronquios están recubiertos por cilios y mucosidad que llevan las partículas extrañas hasta la garganta donde pueden ser expulsadas o tragadas (Biggs, Kapicka y Lundgren, 2000).

Las cavidades nasal y oral, se unen, de tal suerte que el aire y los alimentos se pueden encontrar en contacto, esta cavidad común se divide en dos vías el esófago, que es un conducto flexible que lleva los alimentos al estómago y la tráquea, que se trata de un conducto semi-rígido por la presencia de anillos cartilagosos, que lleva el aire a los pulmones.

La tráquea está coronada por una estructura valvular llamada epiglotis, cuya función es la de evitar el paso de los alimentos a la tráquea de tal manera que no se puede tragar alimentos y respirar al mismo tiempo (Alexander, et. al., 1992).

La tráquea se bifurca en dos conductos llamados bronquios y éstos a su vez se subdividen en el pulmón, en una enorme trama de conductos cada vez de menor diámetro llamados bronquiolos mismos que llegan a ser de nivel

microscópico y terminan en estructuras con forma de sacos agrupadas en "racimos", llamadas alvéolos (Campbell, Mitchell y Reece, 2001).

Los alvéolos están especializados en la difusión de los gases ( $O_2$  y  $CO_2$ ) con el sistema circulatorio, sus paredes son sumamente delgadas (del espesor de una sola célula), éstos se encuentran rodeados de vasos capilares, dispuestos en una red alrededor de ellos, con lo que el sistema circulatorio forma una estructura denominada "sistema porta" (Curtis y Barnes, 2001).

La difusión de los gases, se lleva a cabo entre las paredes de los alvéolos y los vasos capilares, no obstante el transporte del oxígeno en el torrente sanguíneo no se lleva a cabo con éste disuelto en la fase líquida de la sangre, para tal efecto, los eritrocitos o glóbulos rojos, llevan un pigmento llamado hemoglobina, se trata de una proteína cuya particularidad es la de poseer átomos de Hierro en su molécula, mismos que hacen las veces de transportadores del  $O_2$  y del  $CO_2$  (Campbell, Mitchell y Reece, 2001; Biggs, Kapicka y Lundgren, 2000).

Es importante recalcar que los alvéolos se encuentran llenos con aire y es en éste punto en que el  $O_2$  se separa. Este evento también resulta interesante ya que se trata de un juego entre la afinidad que tiene la hemoglobina por el  $CO_2$  y el  $O_2$ , así como las diferencias de concentración de los gases implicados en la difusión (Stryer, Berg, y Tymoczko, 2002).

La hemoglobina tiene una mayor afinidad natural por el  $CO_2$ , sin embargo ésta se ve afectada por la concentración de los gases presentes, el aire en el alvéolo, tiene una concentración de  $O_2$  elevada con respecto a la de la hemoglobina de los eritrocitos, esta diferencia de concentración obliga al  $O_2$  a difundir a través de la pared del alvéolo y a fijarse a la hemoglobina, desplazando al  $CO_2$ , mismo que difunde hacia el alvéolo, donde la concentración de  $CO_2$  es menor, antes de que las diferencias entre las concentraciones mencionadas lleguen a un equilibrio, ocurre una nueva exhalación- inhalación, lo que ventila el sistema y por tanto la concentración de  $O_2$  se mantiene alta (Curtis y Barnes, 2001).

Los eritrocitos viajan por todo el torrente sanguíneo, impulsados por la presión generada por el corazón, (Campbell, Mitchell y Reece, 2001).

Las arterias se ramifican hasta sistemas capilares donde se realiza una nueva difusión de gases entre la hemoglobina de los eritrocitos y cada una de las células del organismo, donde se repite una situación similar a la observada en los alvéolos, pero en "sentido contrario", es decir; la concentración de  $\text{CO}_2$  en la célula es mayor que en el eritrocito y la de  $\text{O}_2$  es menor, por lo que ambos gases difunden en sentidos opuestos, cabe hacer notar que la difusión, nunca es total, ya que la hemoglobina tiende a buscar un equilibrio entre la cantidad de  $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$  que transporta, debido a la diferencia de afinidad con ambas sustancias (Stryer, Berg, y Tymoczko, 2002).

Cada célula requiere llevar a cabo el proceso bioquímico respiratorio ya que es la manera en que se obtiene energía a través del metabolismo de la glucosa. Al evolucionar los organismos e ir adquiriendo estructuras complejas multicelulares, también evolucionó la forma en que el oxígeno es llevado a la célula, ya que la multicelularidad trae consigo la especialización celular y por tanto la adquisición de sistemas cerrados y aislados del exterior, por lo que el transporte del oxígeno se complica y se presentaron en la evolución sistemas para llevar éste a todas y cada una de las células, tal es la función del aparato respiratorio y en parte del circulatorio (Curtis y Barnes, 2001).

El  $\text{CO}_2$  producido durante el proceso respiratorio, es llevado por los eritrocitos hasta los pulmones, por lo que el aire exhalado tiene una mayor concentración de él, que el aire que ha sido inhalado (Biggs, Kapicka y Lundgren, 2000).

#### 2.1.2.- El proceso Bioquímico-Celular.

Como ya se mencionó antes, el desarrollo evolutivo Anatómico y Fisiológico en los seres vivos, relacionado con la respiración, tiene como resultado llevar el oxígeno hasta cada una de las células del organismo, donde verdaderamente es utilizado y tiene un sentido bioquímico tal, que es crucial para el mantenimiento de las funciones y la vida de cada célula, lo que en resumidas cuentas permite la vida del organismo (Alexander, et. al., 1992).

Es en ésta etapa cuando el proceso respiratorio se conjunta con otro proceso importante en los seres vivos; la digestión, misma que como el caso del oxígeno requiere del transporte de sustancias por el aparato circulatorio hasta cada célula (Kimball, 1986).

La estructura celular está organizada en organelos, cada uno de ellos con una estructura bioquímica bien determinada y funciones específicas, lo que hace al fin de cuentas a cada célula un organismo completo.

Todas las funciones celulares requieren de energía, ya que cada reacción química ocurrida dentro de los organelos, tiene un gasto, el citoplasma y las mitocondrias son los sitios donde se llevan acabo las reacciones químicas tendientes a la obtención de esta energía (Campbell, Mitchell y Reece, 2001). El proceso ocurre de la siguiente manera:

El torrente sanguíneo lleva hasta las células nutrientes y oxígeno, entre otras sustancias y es también responsable de transportar los productos de desecho celulares. Para los fines de este trabajo se obviaré la entrada de glucosa o algún precursor de ella, haciendo énfasis en el aporte de oxígeno (Curtis y Barnes, 2001).

El primer paso en la respiración celular es la glucólisis, que ocurre en el citoplasma celular y se lleva a cabo de manera anaeróbica, es decir sin la presencia del oxígeno, consiste básicamente en la ruptura de la molécula de glucosa de seis átomos de carbono en dos moléculas de ácido pirúvico de tres átomos de carbono cada una, el proceso se lleva acabo en varias etapas, mismas que requieren del uso de energía, 2 moléculas de ATP por molécula de glucosa.

La fase inicial requiere de la activación de la molécula de glucosa con una molécula de ATP, formándose glucosa 6-fosfato, ésta a su vez se transforma en una molécula intermediaria, la fructuosa 6-fosfato, misma que es reactivada por otra molécula de ATP dando como resultado la fructuosa 1,6-difosfato, que se rompe y da lugar a dos moléculas de gliceraldehído 3-fosfato, a partir de este punto las reacciones ocurridas se suceden por partida doble, si se considera que ambas parten de una sola molécula de glucosa (Lehninger, 1979).

La siguiente fase consiste en una reacción de ganancia ya que el gliceraldehído 3-fosfato se oxida y con esto se gana la reducción de dos moléculas de  $\text{NAD}^+$  a  $\text{NADH}$ , el compuesto resultante es ácido 1,3-difosfoglicérico con la entrada de un ión fosfato a cada molécula de gliceraldehído 3-fosfato.

A continuación el ácido 1,3-difosfoglicérico, se transforma en ácido 3-fosfoglicérico, con la fijación de un ión fosfato a una molécula de  $\text{ADP}$  y la producción de un  $\text{ATP}$  por cada molécula, el ácido 3-fosfoglicérico, se transforma en ácido 2-fosfoglicérico y en ácido fosfoenolpirúvico, con la formación de dos moléculas de agua en total.

El ácido fosfoenolpirúvico, sirve como precursor de una nueva molécula de  $\text{ATP}$  al transformarse en ácido pirúvico y ceder el ión fosfato al  $\text{ADP}$ .

El balance total de la glucólisis es la formación de dos moléculas de  $\text{NADH}$ , y dos moléculas de  $\text{ATP}$ , por molécula de glucosa (Stryer, Berg, y Tymoczko, 2002, Campbell, Mitchell y Reece, 2001).

A continuación, se registra el ciclo de Krebs que se lleva a cabo dentro de la mitocondria, a la cual entra el ácido pirúvico por difusión.

En el interior de la mitocondria, el ácido pirúvico como tal, no entra al ciclo de Krebs o ciclo del ácido cítrico, para ello requiere ser transformado a una molécula altamente reactiva. El ácido pirúvico pierde una molécula de  $\text{CO}_2$ , debido a una oxidación y descarboxilación de la molécula, en esta reacción se forma una molécula de  $\text{NADH}$ .

La fracción restante del ácido pirúvico, se une a una molécula de coenzima A (derivado de la vitamina B) y se forma acetil coenzima A, un compuesto de alta energía con dos de los átomos originales de la molécula de glucosa, por lo que este evento se lleva a cabo por duplicado para cada una de éstas, que haya sido empleada en la glucólisis (Lehninger, 1979, Biggs, Kapicka y Lundgren, 2000).

Para la entrada al ciclo de Krebs, la acetil coenzima A, es despojada de su fracción coenzima A y la fracción acetilo remanente, se combina con el ácido oxaloacético, presente en el medio, formando un compuesto de seis átomos de carbono, el ácido cítrico.

La fracción con alta energía del ácido cítrico, es el acetilo que entró al ciclo, a partir de varias reacciones redox el ácido cítrico se transforma en ácido alfa-cetoglutarico, con la formación de una molécula de  $\text{CO}_2$  y otra de NADH. Nuevas reacciones redox provocan la formación de ácido succínico y la ganancia de un ATP y un NADH, con la formación de otra molécula de  $\text{CO}_2$ .

La molécula de ácido succínico de cuatro átomos de carbono es transformada por la acción enzimática en ácido málico, con la ganancia de un  $\text{FADH}_2$  y por último en ácido oxaloacético produciendo un NADH, éste ácido entra de nuevo al ciclo al ser adicionado a una nueva fracción acetilo proveniente del acetyl coenzima A (Campbell, Mitchell y Reece, 2001).

El ciclo de Krebs es un paso intermedio entre la glucólisis y la etapa final de la respiración celular, denominada cadena de transporte de electrones o fosforilación oxidativa, resultando un gradiente de iones  $\text{H}^+$  para el transporte de electrones con lo que las moléculas de NADH y  $\text{FADH}_2$  formadas con anterioridad en el proceso respiratorio, produzcan la formación de ATP, esta serie de reacciones se localizan en la membrana interna de la mitocondria y en ellas participan al menos 15 proteínas transportadoras, el aceptor final de electrones es el oxígeno inhalado durante el mecanismo respiratorio con la formación de agua.

La cantidad de ATP que se forma durante el proceso completo varia dependiendo de cada célula y de las condiciones de ésta, sin embargo se estima que la eficiencia del mecanismo es de alrededor de 40 %, es decir un máximo de 38 moléculas de ATP (Campbell, Mitchell, y Reece, 2001, Biggs, Kapicka y Lundgren, 2000, Lehninger, 1979, Stryer, Berg, y Tymoczko, 2002).

El papel del oxígeno en este mecanismo puede parecer muy simple, no obstante su ausencia como aceptor final de electrones, traería como consecuencia que el proceso se interrumpa y no pueda concluirse, de tal suerte, que la eficiencia sea de alrededor de 4 %, lo cual resulta insuficiente para una célula evolucionada.

Clarificar el sentido químico del proceso de respiración celular, es muy importante ya que el balance global de la reacción parece ser el de una simple combustión, idea que es bastante común y errónea, el balance final es el de una serie de reacciones de óxido-reducción muy complejas.

## 2.2.- Marco histórico.

La historia de la importancia de la respiración para la humanidad, seguramente se remonta hasta tiempos inmemoriales, de los que no hay registro escrito, es fácil imaginar que durante la prehistoria se formularan ideas acerca de este mecanismo que terminaba instantáneamente al concluir la vida de un sujeto y que de alguna manera, también relacionaba a los humanos con otros animales a los que por observación se les podían identificar varias similitudes comunes.

La historia de la respiración está ligada estrechamente con la de la medicina ya que los avances en ésta, reconocían a la respiración como fundamental para el mantenimiento de la vida, a continuación se presentan algunos de los eventos más importantes relacionados con el avance conceptual sobre el proceso respiratorio, a lo largo de la historia humana.

Algunas referencias relacionadas con la respiración datan del año 1000 A.C. En la antigua India, en las ciudades de Taxila y Benarés, los sacerdotes Brahamanes, practicaban la medicina ayurveda (del sánscrito *ayurveda*, que significa longevidad), este método se fundamenta en la psicología del equilibrio detrás de ciertos elementos: Aire, Hiel y mucosidad, (Maul y Westendorf, 2003) reconociendo la importancia que tenía la respiración como una condición básica para la vida.

Hacia el año 550 A.C. Anaxímenes de Mileto, expone una teoría según la cual "el aire es el principio que todo lo penetra, el que da vida al respirar" (Maul y Westendorf, 2003), esta idea se relaciona con su teoría acerca de que la materia estaba hecha de aire, ya que éste rodeaba a todas las cosas conocidas.

Tal vez sin mucha relación con la respiración, pero si desde el punto de vista elemental de la materia, Empédocles de Agrigento (Sicilia 495-435 A.C.), crea la teoría de los cuatro elementos, que define al fuego, el agua, la tierra y el aire, como las materias básicas que conforman al mundo (Shubert, 2003).

Galeno (129-199), famoso médico de la antigüedad, originario de Pérgamo (Asia menor), fue un asiduo anatomista, fundamentó sus teorías medicas en múltiples disecciones de animales, ya que en su época las disecciones de seres humanos estaban prohibidas, describió la relación anatómica entre el sistema circulatorio y

los pulmones, asimismo descubre que por todas las arterias corre sangre y no aire como se creía en esa época, con Galeno termina la etapa de investigación y descubrimiento de la antigüedad, dando paso a la edad del oscurantismo que perdura durante varios siglos (Shubert, 2003), los pocos descubrimientos importantes registrados en la historia durante esta etapa, más bien están relacionados con las actividades de los alquimistas islámicos y casi todos ellos se refieren a estudios químicos, aunque en algunos casos estos estudios, estaban encaminados a buscar la cura de las enfermedades, tal es el caso del médico persa Avicena (Abú Alí ibn Sina), que alrededor del año 1030 redacta El Canon de la medicina (Hau, 2003).

Mucho tiempo después, entre 1770 y 1774 Joseph Priestley, descubre el oxígeno y la presencia de éste en el aire, demuestra que lo consumen los animales y que es producido por las plantas, entre 1779 y 1796 Ingenhousz, descubre la importancia de la luz para la producción de oxígeno en las plantas verdes y que consumen bióxido de carbono en éste proceso (Lehninger, 1979).

Entre los años 1780 a 1789 el fabuloso químico Francés Antonio Lavoisier, demuestra por su parte, que los animales requieren oxígeno como un elemento vital, define a la respiración como una oxidación (aunque esta aseveración no tiene mucho eco en su época) y mide por primera vez el consumo de oxígeno en un ser humano (Lehninger, 1979). En su trabajo sobre oxidación y respiración Lavoisier establece que la respiración consiste esencialmente en consumo de oxígeno y eliminación de bióxido de carbono, y ellos en determinada proporción, lo que se llama hoy cociente respiratorio. Junto con el astrónomo Laplace demostró que en la respiración se consume la misma cantidad de oxígeno y se elimina la misma cantidad de calor que en la combustión del carbono, y con ello sentó las bases de la calorimetría. Midió el consumo de oxígeno durante el trabajo, la ingestión de alimento y el reposo, desafortunadamente fue decapitado a los 51 años en 1794 durante la revolución francesa (<http://escuela.med.puc.cl/publ/HistoriaMedicina/IlustracionQuimica.html>).

Lazzaro Spallanzani (1729-1799), abate y biólogo, profesor de la Universidad de Pavía, desterró por fin la teoría de la generación espontánea al

comprobar que ni siquiera los “infusorios” descubiertos por Leewenhoek, podían surgir de la nada, entre esta y otras aportaciones propuso el concepto de respiración como fenómeno general localizado en los tejidos y el transporte de gases por las vías sanguíneas, así como el intercambio gaseoso entre  $O_2$  y  $CO_2$  (Von Engelhardt, 2003), (<http://escuela.med.puc.cl/publ/HistoriaMedicina/IlustracionQuimica.html>).

En esta época las investigaciones relacionadas con los gases se habían generalizado por todo el mundo científico y por supuesto en la medicina, en algunos casos, se plantearon terapias relacionadas con la aplicación de ciertos gases. “En Marzo de 1799. El médico británico Thomas Beddoes funda un instituto de aeroterapia en Clifton, una población cercana a Bristol. Ahí el Químico Humphry Davy (1778-1829), descubre los efectos del gas hilarante” (Von Engelhardt, 2003).

Beddoes, es uno de los principales representantes de la Neumatoterapia, una corriente que recoge la iniciativa del naturista británico Joseph Priestley de utilizar gases, como el oxígeno, con fines terapéuticos. Beddoes pretende sobre todo, curar enfermedades pulmonares mediante la inhalación de gases. Partiendo de la teoría de John Brown, en la que se considera el oxígeno un estímulo, afirma que la inhalación de gases diferentes obliga al enfermo de Tisis (tuberculosis) a luchar contra el exceso de éste, en la sangre (Von Engelhardt, 2003).

En Clifton, Beddoes toma como ayudante a Humphry Davy, quien se dedica a estudiar el “nitrógeno desinfectado” (hoy día, dióxido nitroso). Un estadounidense, llamado Samuel Mitchell, sostenía que éste gas era el responsable de todas las enfermedades contagiosas; Davy se somete a un experimento: consistente en inhalar  $NO_2$ , pero el único efecto que nota es una ligera excitación. La novedad se propaga rápidamente y se pone de moda organizar fiestas de gas hilarante. Sin embargo, al principio, Davy, no encuentra eco cuando apunta que el gas hilarante parece mitigar el dolor en las intervenciones quirúrgicas” (Von Engelhardt, 2003).

En 1838 Schleiden y Schwann, enuncian la teoría celular, con lo que se formalizan las ideas acerca de que la célula es la unidad fundamental de los seres vivos (Lehninger, 1979).

En 1857 Kölliker descubre las mitocondrias y les llama "sarcosomas", en sus investigaciones de las células musculares.

Hacia 1861 Louis Pasteur, localiza a ciertos organismos responsables de la fermentación, mismos que se reproducen sin entrada alguna de aire al sistema, se trataba de algunas bacterias denominadas posteriormente "esquizomicetos", con ello se desarrolla el estudio de la bacteriología y da un giro importante a la lucha contra las enfermedades infecciosas. Los esquizomicetos, morían en presencia de oxígeno, lo que dio la pauta para el descubrimiento de la respiración anaeróbica (Bleker, 2003).

En 1864 Hoppe Seyler, cristaliza por primera vez una proteína, trabajaba principalmente con animales y al identificar a la sangre como un tejido y por la facilidad con se disponía de ella, encamina sus esfuerzos bioquímicos en este sentido, a partir de ellos, cristaliza a la hemoglobina, sin embargo no descubre que se trata de la molécula responsable del transporte de  $O_2$  y  $CO_2$  en la sangre (Lehninger, 1979).

Karl Ewald Konstantin Hering (1834-1918) y Josef Breuer (1842-1925), investigan el auto control de la respiración a través del nervio vago. En 1868 publican sus trabajos, basados en la experimentación en perros, gatos y conejos a los cuales someten a diferentes técnicas de inflado y desinflado de los pulmones, estimulando el nervio vago. Llegaron a la conclusión de que la dilatación de los pulmones inhibe como acto reflejo a la exhalación, "al reducirse el volumen de los pulmones, se interrumpe momentáneamente cualquier espiración activa que se esté produciendo y se provoca una inspiración, ambos efectos son provocados de forma refleja por el estado de dilatación de los pulmones". Este reflejo de Hering-Breuer, demuestra el mecanismo biológico de la retroalimentación, aunque no es sino hasta 1933 que Edgar Douglas Adrian, demuestra objetivamente este efecto (Bleker, 2003).

Un paso importante en la historia de la respiración es el descubrimiento de Pfluger en 1872, que comprueba que todos los tejidos animales consumen oxígeno y no sólo la sangre y los pulmones (Lehninger, 1979).

En 1890, el campo de estudio de la anatomía y fisiología celulares se incrementa y es Altmann quien usando una serie de técnicas de tinción desarrolladas por él, puede observar con detenimiento a las mitocondrias y postula que tienen autonomía metabólica y genética (Lehninger, 1979).

Uno de los bioquímicos más connotados de inicios del siglo XX, Otto Heirich Warburg, aclara muchos aspectos sobre el metabolismo celular, en 1912 postula la existencia de una enzima respiratoria activadora del oxígeno y descubre su inhibición por el cianuro, con lo cual demuestra también la importancia del hierro en la respiración. En 1926, descubre que la enzima "ferroxigenasa" forma parte de la hemina en los glóbulos rojos. Entre los años 1928 a 1933 deduce la naturaleza ferroporfirínica del fermento respiratorio, todos estos descubrimientos sientan las bases bioquímicas para el descubrimiento de las etapas de la respiración celular (Lehninger, 1979, Winau 2003).

En 1929. El ingeniero estadounidense Philip Dinker de Boston publica su invento de "pulmón de acero" para la respiración artificial de pacientes con la musculatura pulmonar lesionada, "respirador Dinker" (precursor del actual pulmoter). El aparato consta de una cámara metálica, que, a intervalos regulares, genera una sobre-presión o una depresión de forma alternada. "El cuerpo del paciente reposa en el interior del aparato en forma de tanque, la cabeza se encuentra fuera de éste y se mantiene hermético mediante un manguito ajustado alrededor del cuello. Los pulmones reciben los efectos de la respiración a través del movimiento pasivo de la pared torácica. La utilización más importante del pulmón de acero se da en los casos de algunas manifestaciones de polio, que tras la 2ª. Guerra mundial, constituyen una epidemia" (Winau 2003).

Durante 1931 el bioquímico Engelhardt encuentra la relación entre la fosforilación y el proceso respiratorio en la mitocondria (Lehninger, 1979).

Szent-Györgyi en 1935, interesado por la acción de los catalizadores en los procesos bioquímicos descubre el efecto catalítico de los ácidos dicarboxílicos en la respiración (Lehninger, 1979).

Uno de los mayores éxitos en los descubrimientos relacionados con la bioquímica de la respiración se debe a un discípulo de Warburg: Hans Adolf Krebs, quien en 1937 da a conocer su descubrimiento de la cadena del ácido cítrico, mismo que se conoce también como ciclo de Krebs (Lehninger, 1979, Winau 2003).

A partir del trabajo de Krebs, los descubrimientos relacionados con la bioquímica de la respiración se van dando de una manera casi vertiginosa, entre 1937 y 1938, Warburg observa que la formación de ATP, va acoplada a la deshidrogenación del gliceraldehído-3-fosfato. Entre 1937 y 1941, Kalckar y Belitser, independientemente llevan cabo estudios cuantitativos de la fosforilación oxidativa. Para 1939 a 1941 Lipmann postula el papel central del ATP en el ciclo de la transferencia energética. Claude, aísla y estudia una fracción mitocondrial del hígado en 1940 a 1943. Entre 1948 y 1950, Kennedy y Lehninger, descubren que algunas de las reacciones se llevan a cabo dentro de la mitocondria: el ciclo de los ácidos tricarboxílicos, la oxidación de los ácidos grasos y la fosforilación oxidativa. Asimismo en 1951, Lehninger, demuestra que el transporte electrónico desde el NADH al oxígeno es la fuente de energía inmediata para la fosforilación oxidativa (Lehninger, 1979).

Es curioso cómo el desarrollo de las ideas de los adolescentes acerca de la respiración, son muy similares al devenir histórico, complicándose más con el nivel educativo, por lo que es importante recalcar que las ideas de alguna manera están relacionadas con los elementos académicos disponibles para entender el proceso bioquímico de la respiración, no es posible que un sujeto entienda el complicado conjunto de reacciones químicas que ocurren al interior de la célula si no pueden concebir con claridad un mundo microscópico y molecular, lo que es más, el concepto de reacción química no es claro para los adolescentes.

### CAPITULO 3: METODOLOGÍA.

Para llevar cabo este proyecto se inició con la búsqueda de información sobre las diferentes teorías y corrientes acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje, principalmente aquellas basadas en el constructivismo y aprendizaje significativo.

Se revisó la bibliografía relacionada con los procesos de desarrollo psicopedagógico y cognitivo de los adolescentes, con el objetivo de clarificar las capacidades y habilidades de abstracción, ya que se consideró importante saber el grado de comprensión que realmente pueden tener sobre fenómenos microscópicos y moleculares a esta edad (12 a 15 años).

Se realizó una revisión bibliográfica acerca de las ideas previas que tienen los estudiantes entre 13 y 14 años, que es la edad común de los alumnos en segundo grado de secundaria (<http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/preconceptos.htm/características>), con esta información, se exploraron las ideas previas de los adolescentes de cuatro grupos, del Colegio Madrid A.C. en la Ciudad de México, divididos en tres grupos experimentales (100 alumnos), con un grupo control (de 35 alumnos), con las mismas características escolares y socioculturales.

Las ideas previas, fueron analizadas y categorizadas, con la finalidad de identificar y reconocer los problemas conceptuales de los alumnos.

Se revisó también el marco teórico conceptual ya que es básico que el contexto desde el punto de vista Biológico; Anatómico, Fisiológico y Bioquímico, sea preciso y correcto para poder contrastar con los problemas conceptuales de los alumnos.

Asimismo, la revisión histórica acerca de los descubrimientos e investigaciones relacionadas con la respiración, fue importante ya que se consideró que el orden histórico, recoge el proceso mediante el cual los adolescentes van cambiando sus ideas con respecto a la respiración, comenzando como un simple intercambio gaseoso, desde un punto de vista macroscópico,

hasta el advenimiento de ideas relacionadas con la continuación de este proceso como un evento microscópico y bioquímico.

Bajo este contexto se realizó una cuidadosa revisión de los planes de estudio actuales, tomando en cuenta la importancia que el mecanismo respiratorio tiene en éstos, así como los enfoques y el orden de enseñanza sugerido para los contenidos.

Con toda la información anterior se procedió a plantear una hipótesis de trabajo, misma que identificará con precisión el problema de enseñanza y la manera de resolverlo.

Se diseñó y elaboró un software interactivo, cuyo objetivo principal fue cuestionar las ideas previas de los alumnos y proporcionar la información necesaria para el avance conceptual (anexo 4).

A fin de medir el cambio conceptual en los estudiantes, se elaboró un instrumento de medición (Bonbuir, 1974), mismo que permitió comparar el aprendizaje antes y después de la aplicación del software (anexo 3).

El plan de clase para los grupos experimentales comprendió las siguientes etapas:

- 1.- Aplicación del instrumento de medición.
- 2.- Clase guía para centrar el tema y elaboración de preguntas para el desarrollo del mismo.
- 3.- Discusión de las posibles respuestas a las preguntas (cada grupo planteó una serie de ellas).
- 4.- Investigación bibliográfica con las mismas preguntas como guía.
- 5.- Revisión de las nuevas respuestas, con la identificación de las dificultades para comprender los conceptos y términos encontrados.
- 6.- Aplicación del software.
- 7.- Discusión acerca del software.
- 8.- Aplicación del instrumento de medición.

El plan de clase para el grupo control comprendió las siguientes etapas:

- 1.- Aplicación del instrumento de medición.

- 2.- Se abordó el tema de respiración, desde un punto de vista de clase tradicional, es decir: de manera discursiva principalmente.
- 3.- Aplicación del instrumento de medición.

La información recabada, se organizó en tablas, se aplicaron pruebas estadísticas de hipótesis que permitieron establecer si hubo diferencias significativas y cambio conceptual entre el inicio y el final de ambos planes de clase. Entre los grupos experimentales y el control.

También se aplicó una prueba estadística de Scheffe (análisis de varianza), para conocer si hubo diferencia significativa entre la población experimental y el grupo control en el posttest, con la finalidad de saber la efectividad de la aplicación del software, en comparación con una clase tradicional.

Asimismo, se analizó cada pregunta del instrumento con una prueba de  $\chi^2$  para conocer en qué aspectos hubo cambio conceptual realmente (desarrollo de las pruebas en el anexo 5).

## **CAPITULO 4: RESULTADOS.**

### **4.1.- Plan de estudios (Secretaría de Educación Pública, 1993).**

Para identificar los enfoques (anexo 1) y el punto de vista oficial acerca de la enseñanza de la Biología, especialmente con temas relacionados con la respiración, se revisó el plan de estudios actual de la S.E.P. (anexo 2), mismo que data del año 1993.

Al analizar y comparar el enfoque con el contenido temático se pueden observar algunas discrepancias importantes, la división temática entre microbiológico y microbiológico para primero y segundo grado no es clara ni precisa, por otro lado el enfoque predominantemente constructivista se pierde por la carga de temas que se pretenden abordar dejando sólo la posibilidad de “estudiarlos” de manera informativa, lo cual redundante en la fijación de ideas previas conceptualmente erróneas y el aprendizaje significativo estaría prácticamente ausente en la mayoría de los casos. Se plantea la revisión de temas y conceptos cuya comprensión requiere de un nivel de abstracción que los estudiantes no poseen, más bien se encuentran en una etapa en la cual comienzan a desarrollar esta habilidad (Macías-Valadez, 1995), por lo anterior el proceso de aprendizaje se limita a la memorización de textos con la finalidad de “responder al docente lo que quiere escuchar”, pero el avance conceptual se encuentra lejos de darse.

En muchos de los temas se enfatizan las características químicas de los seres vivos, cuando los estudiantes aún no entienden con claridad lo que es un cambio químico y mucho menos los procesos moleculares relacionados con los cambios y adaptación biológica (Gallegos-Cázares y Garriz-Ruiz 2004), por un lado debido a la limitación en su desarrollo cognitivo como ya se mencionó antes y por otro lado porque estos temas comienzan apenas a revisarse en el temario de las materias de química y física, con lo cual los alumnos carecen por completo de los elementos esenciales para la comprensión de un mundo a nivel molecular y microscópico y lo que es más grave, no tienen clara la idea de discontinuidad de la

materia, ¿cómo entonces pueden comprender la compleja estructura molecular del ADN que se basa en una explicación a nivel molecular de la materia ?

Los estudiantes se van formando ideas acerca de su entorno, primero por lo que pueden observar a simple vista y después preguntándose lo que sucede dentro de los organismos, no es extraño que este mecanismo se lleve a cabo así, ya que en realidad recapitula el proceso de investigación a lo largo de la historia, en el que el conocimiento se ha obtenido desde un nivel macroscópico para llegar a uno microscópico e incluso a nivel molecular con la elaboración de modelos (Schott, 2003).

Mientras el plan de estudios plantea un orden diametralmente opuesto, específicamente en el caso del mecanismo respiratorio, se aborda el tema iniciando desde el punto de vista microscópico y bioquímico, para finalizar con la estructura anatómica y fisiológica.

Con respecto a los programas de las materias de química, sólo existe un tema pequeño y muy poco específico en segundo grado, en el que se hace cierta relación con la respiración y se trata del tema "la química y tú", por lo general el tratamiento que se hace de éste en los libros de texto, es bastante limitado y en muchos casos plagado de errores conceptuales.

Otro problema importante, es la frecuencia con la que se pueden detectar problemas conceptuales en los docentes al tratar el tema de respiración como una "combustión", en lugar de una serie de reacciones de óxido-reducción, y lo más grave es la presencia frecuente de errores de esta naturaleza en los libros de texto y los manuales para los docentes (García y Moro, 2004).

Es crucial apelar al sentido común de los docentes para abordar los temarios con un sentido crítico y reflexivo, de tal manera que los contenidos sean revisados desde puntos de vista en los cuales los estudiantes verdaderamente pueden comprender y se lleve a cabo un cambio conceptual, no se trata de formar pequeños biólogos, sino de acercar a éstos a la comprensión (a su nivel), del mundo que los rodea (Membiola y Cid, 1998, Sánchez, De Pro Bueno y Valcárcel, 1997, Sánchez y Valcárcel, 1993, Cubero y Santamaría, 2001, Sutton, 2003).

#### **4.2.- Ideas previas de los adolescentes sobre la respiración.**

Como ya se ha mencionado, el punto de partida para el diseño de un proceso de enseñanza, es la recopilación y análisis de las ideas previas.

En el caso del mecanismo respiratorio, las ideas previas más comunes en los adolescentes, concentradas en la página electrónica del Centro de Instrumentos de la UNAM, son las siguientes: (<http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/preconceptos.htm/caracteristicas>).

- *La respiración en animales y en vegetales consiste solamente en un intercambio de gases con el ambiente.*
- *La respiración se lleva a cabo en los pulmones.*
- *La respiración se lleva a cabo solamente en el sistema digestivo.*
- *La respiración es la conversión de oxígeno en dióxido de carbono.*
- *En la respiración, usamos el oxígeno del aire.*
- *En la respiración, el aire es filtrado en los pulmones.*
- *En la respiración, el oxígeno entra a la sangre.*
- *El aire tiene oxígeno y dióxido de carbono, el dióxido de carbono exhalado se origina de lo que queda en los pulmones después de que se absorbe el oxígeno del aire inhalado.*
- *Respiramos para vivir.*
- *El oxígeno se usa para construir el cuerpo.*
- *El oxígeno circula en la sangre en el cuerpo.*
- *El oxígeno activa el corazón y el cerebro.*
- *El oxígeno nos da energía.*
- *Nosotros respiramos aire que contiene dióxido de carbono; usamos el oxígeno y exhalamos el dióxido de carbono restante.*

Con el fin de corroborar el estado de las ideas previas de los alumnos de los grupos analizados, se aplicó un cuestionario muy sencillo en el que se pidió a los estudiantes que escribieran todo lo que sabían acerca de la respiración, lo cual arrojó las siguientes ideas:

**TABLA 1.- IDEAS PREVIAS DE LA POBLACIÓN ANALIZADA.**

No.	IDEA	FRECU- ENCIA	FRECU- ENCIA Relativa (%)
		Absoluta	
1	La respiración es un intercambio de aire	8	3.60
2	La respiración es una combustión dentro del cuerpo	2	0.90
3	La respiración es la entrada de aire al cuerpo	8	3.60
4	La respiración es un intercambio de gases	4	1.80
5	La respiración sirve para vivir	47	21.17
6	Proceso químico, separar O <sub>2</sub> del CO <sub>2</sub> del aire	1	0.45
7	La respiración es inhalar aire y exhalar CO <sub>2</sub>	5	2.25
8	La respiración es inhalar oxígeno	14	6.31
9	La respiración es inhalar oxígeno y exhalar CO <sub>2</sub>	43	19.37
10	La respiración es la circulación de oxígeno en el cuerpo	7	3.15
11	La respiración es una reacción química, el oxígeno se transforma en energía	2	0.90
12	La respiración es la purificación del aire	1	0.45
13	La respiración es una reacción química, una combustión que produce CO <sub>2</sub>	2	0.90
14	Para respirar se requiere de un aparato respiratorio	26	11.71
15	Inhalar oxígeno para limpiar la sangre de CO <sub>2</sub>	1	0.45
16	El CO <sub>2</sub> del aire se convierte en oxígeno	1	0.45
17	La respiración, sirve para obtener proteína de los alimentos y así energía	1	0.45
18	La respiración es llevar oxígeno al corazón	6	2.70
19	La respiración es la oxigenación de la sangre	4	1.80
20	La respiración es la oxigenación del cuerpo	9	4.05
21	La respiración es la obtención de fuerza o energía	3	1.35
22	La respiración es la separación física de oxígeno y CO <sub>2</sub> del aire	6	2.70
23	La respiración es la conversión de oxígeno en agua	1	0.45
24	La respiración es la oxigenación del cerebro	6	2.70
25	La respiración es la inhalación y la exhalación de oxígeno	3	1.35
26	La respiración es la inhalación de CO <sub>2</sub>	2	0.90
27	La respiración es la oxigenación de las células	1	0.45
28	La respiración es la obtención de energía	8	3.60
<b>TOTALES</b>		<b>222</b>	<b>100.00</b>

Al categorizar las ideas previas de ambas fuentes por separado se obtuvieron los siguientes resultados:

**TABLA 2.- CATEGORIZACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS BIBLIOGRÁFICAS**

No	CATEGORÍA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA (%)
1	La respiración es un intercambio gaseoso	6	42.86
2	La respiración es a nivel pulmonar	3	21.43
3	La respiración es un fenómeno celular	0	0.00
4	La respiración es un fenómeno macroscópico	9	64.29
5	La respiración se lleva a cabo en el aparato digestivo	1	7.14
6	La respiración sirve para obtener energía	1	7.14
7	La respiración es un fenómeno microscópico	5	35.71
<b>TOTALES</b>		<b>14</b>	<b>100.00</b>

**TABLA 3.- CATEGORIZACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS EXPLORADAS EN LOS GRUPOS ANALIZADOS**

No	CATEGORÍA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA (%)
1	La respiración es un intercambio gaseoso	111	50.00
2	La respiración es a nivel pulmonar	34	15.32
3	La respiración es un fenómeno celular	3	1.35
4	La respiración es un fenómeno macroscópico	204	91.89
5	La respiración es un fenómeno microscópico	18	8.11
6	La respiración sirve para obtener energía	18	8.11
<b>TOTALES</b>		<b>222</b>	<b>100.00</b>

De la información anterior se pudieron identificar los problemas conceptuales más importantes relacionados con el mecanismo respiratorio.

La mayoría de los adolescentes conciben a la respiración como un evento básicamente macroscópico donde el mecanismo se basa en el intercambio gaseoso, algunos identifican que es importante en la obtención de energía, aunque no ubican en realidad de dónde proviene, algunos sustentan ideas donde el mecanismo tiene una fase microscópica, las ideas acerca de “reacción química” son casi nulas y en los casos en los que se presentan es bastante imprecisa, lo que hace suponer que más que ideas, se trata de eventos memorizados sin un proceso de racionalización, la mayoría explícita o implícitamente, reconocen la existencia de un aparato respiratorio, sin embargo su conocimiento anatómico y fisiológico es prácticamente nulo, se presentan algunos casos en los que mencionan el transporte de oxígeno por la sangre, aunque ninguno tiene una idea adecuada de cómo se lleva a cabo éste, sólo unos pocos (1.35 %), mencionan que es un proceso que se lleva a cabo a nivel celular, sin aportar más datos.

Esta información, resultó sumamente valiosa para diseñar el software y el instrumento de medición, ya que a partir de ella, se derivó el procedimiento de enseñanza, al reconocer los problemas conceptuales que había que resolver y aquellos en los que había que avanzar, sin llenar a los estudiantes de información lejana a su comprensión, con los elementos académicos y cognitivos que poseen en esta etapa de su formación.

#### **4.3.- Software.**

El Diseño del software se elaboró tomando en cuenta varias consideraciones:

- El estado cognitivo de la población hacia la que está dirigido (alumnos de segundo grado de educación secundaria, con una edad entre 13 y 14 años).
- El plan de estudios de la Secretaría de Educación Pública y el enfoque que la misma plantea.
- Las ideas previas que los mismos alumnos mencionados tenían acerca del mecanismo respiratorio, y la categorización que se hizo de ellas.

- Que la temática del software se basara en la resolución de una problemática concreta y que ésta fuese dirigida al contexto cotidiano de los estudiantes.
- Que la presentación del software fuese amigable, dinámica e interactiva, con la inclusión de ejercicios.

Bajo estas consideraciones, se escogió trabajar con el programa "Flash de macromedia". El guión correspondiente se transcribe completo en el anexo 3. Asimismo se anexa un disco compacto, con el software ejecutable.

#### **4.4.- Instrumento de medición.**

El instrumento de medición se compone de un test de preguntas cerradas de 12 reactivos, coherente con la información manejada en el software, se revisó cuidadosamente la redacción evitando al máximo la inclusión de términos que pudiesen causar confusión, para lo cuál se monitoreó con la participación de dos profesores especialistas en Biología y dos no afines, de la misma manera se monitoreó con diez alumnos de segundo grado, haciéndose las correcciones pertinentes.

El texto completo del instrumento se transcribe en el anexo 4 de éste trabajo.

#### **4.5.- Resultados de la aplicación de los tests.**

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los cuatro grupos explorados, ordenados por: alumno, grupo y momento de la investigación.

**TABLA 4.- CONCENTRADO DE LOS RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS TESTS.**

indi- viduo	Grupo experimental I		Grupo experimental II		Grupo experimental III		Grupo control	
	calificación pretest	calificación postest	calificación pretest	calificación postest	calificación pretest	calificación postest	calificación pretest	calificación postest
1	2.5	5.8	4.2	6.7	4.2	6.7	4.2	5
2	2.5	6.7	3.3	7.5	3.3	7.5	3.3	5
3	7.5	9.2	7.5	5.8	7.5	5.8	4.2	5.8
4	5.8	8.3	3.3	5.8	3.3	5.8	3.3	9.2
5	9.2	9.2	7.5	5.8	7.5	5.8	7.5	7.5
6	6.7	6.7	4.2	7.5	4.2	7.5	4.2	6.7
7	6.7	7.5	5.8	7.5	5.8	7.5	5.8	7.5
8	4.2	5.8	4.2	9.2	4.2	9.2	4.2	5
9	5.8	5.8	4.2	6.7	4.2	6.7	4.2	8.3
10	5.8	8.3	3.3	5.8	3.3	5.8	3.3	5.8
11	5	9.2	2.5	7.5	2.5	7.5	2.5	5
12	9.2	10	2.5	6.7	2.5	6.7	2.5	2.5
13	5.8	6.7	4.2	9.2	4.2	9.2	4.2	5.8
14	6.7	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	5.8	6.7
15	5.8	6.7	4.2	8.3	4.2	8.3	4.2	5.8
16	5	7.5	4.2	8.3	4.2	8.3	4.2	5.8
17	5.8	8.3	5	8.3	5	8.3	5	5.8
18	5.8	7.5	8.3	8.3	8.3	8.3	5.8	6.7
19	5.8	7.5	4.2	8.3	4.2	8.3	4.2	5
20	8.3	8.3	5	9.2	5	9.2	5	6.7
21	6.7	10	9.2	8.3	9.2	8.3	3.3	5.8
22	5	9.2	4.2	8.3	4.2	8.3	4.2	7.5
23	5.8	6.7	5	6.7	5	6.7	5	5.8
24	5.8	9.2	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	8.3
25	5.8	8.3	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	8.3
26	2.5	8.3	5.8	7.5	5.8	7.5	5.8	8.3
27	4.2	6.7	5	6.7	5	6.7	5	6.7
28	2.5	5	5	6.7	5	6.7	5	6.7
29	8.3	8.3	5	7.5	5	7.5	5	4.2
30	5.8	6.7	5	9.2	5	9.2	5	6.7
31	5.8	8.3	5	9.2	5	9.2	5	6.7
32	5.8	9.2	2.5	8.3	2.5	8.3	2.5	3.3
33	6.7	9.2	8.3	10	8.3	10	5.8	6.7
34	5	6.7					5	6.7
35							4.2	5.8

## CAPITULO 5: ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Con la finalidad de evaluar la eficacia del software al ser aplicado a los tres grupos experimentales se realizaron pruebas de hipótesis de “comparación por parejas”.

En cada grupo experimental, se aplicó la prueba de hipótesis por separado y así evitar el sesgo producido por las diferencias intrínsecas de cada grupo.

El estadístico empleado fue la “t de student”.

Igualmente, se aplicó una prueba de hipótesis de la misma naturaleza en el grupo control ya que resulta interesante saber si la técnica tradicional aplicada a este grupo para la enseñanza del mecanismo respiratorio, tuvo una efectividad representativa.

La población experimental, y el grupo control también fueron comparadas con la finalidad de establecer si hubo una diferencia significativa entre los logros alcanzados por ambas poblaciones después del evento educativo, para ello se aplicó una prueba de análisis de varianza, utilizando el programa computacional: “STATGRAPHICS 2.1”.

Finalmente se hizo un análisis de las calificaciones obtenidas en cada pregunta para saber con mayor detalle cuáles fueron los contenidos en los que se reflejó cambio conceptual, en este caso se empleó una prueba de  $\chi^2$  (ji, cuadrada), en tablas de contingencia 2 X 2 (Downie y Heath, 1973), correlacionando las frecuencias absolutas de respuesta correcta e incorrecta en el pretest y el postest, para la población experimental.

**TABLA 5.- CONCENTRADO DE INFORMACIÓN PARA LA PRUEBA DE HIPÓTESIS “COMPARACIÓN POR PAREJAS”, ELABORADA PARA EL GRUPO EXPERIMENTAL I.**

Individuo	Calificación pretest (A)	Calificación posttest (B)	(A-B)	(A-B) <sup>2</sup>	
1	2.5	5.8	-3.3	10.89	
2	2.5	6.7	-4.2	17.64	
3	7.5	9.2	-1.7	2.89	
4	5.8	8.3	-2.5	6.25	
5	9.2	9.2	0	0	
6	6.7	6.7	0	0	
7	6.7	7.5	-0.8	0.64	
8	4.2	5.8	-1.6	2.56	
9	5.8	5.8	0	0	
10	5.8	8.3	-2.5	6.25	
11	5	9.2	-4.2	17.64	
12	9.2	10	-0.8	0.64	
13	5.8	6.7	-0.9	0.81	
14	6.7	7.5	-0.8	0.64	
15	5.8	6.7	-0.9	0.81	
16	5	7.5	-2.5	6.25	
17	5.8	8.3	-2.5	6.25	
18	5.8	7.5	-1.7	2.89	
19	5.8	7.5	-1.7	2.89	
20	8.3	8.3	0	0	
21	6.7	10	-3.3	10.89	
22	5	9.2	-4.2	17.64	
23	5.8	6.7	-0.9	0.81	
24	5.8	9.2	-3.4	11.56	
25	5.8	8.3	-2.5	6.25	
26	2.5	8.3	-5.8	33.64	
27	4.2	6.7	-2.5	6.25	
28	2.5	5	-2.5	6.25	
29	8.3	8.3	0	0	
30	5.8	6.7	-0.9	0.81	
31	5.8	8.3	-2.5	6.25	
32	5.8	9.2	-3.4	11.56	
33	6.7	9.2	-2.5	6.25	
34	5	6.7	-1.7	2.89	
<b>Suma</b>	<b>595</b>	<b>195.6</b>	<b>264.3</b>	<b>-68.7</b>	<b>207</b>
<b>Promedio</b>			<b>-2.02</b>		

Hipótesis nula,  $H_0$ : No existe diferencia significativa entre las calificaciones obtenidas por los alumnos del grupo experimental I, en el pretest y el postest.

Grados de libertad.

$$N - 1 = (34 - 1) = 33$$

$$95 \% \text{ de confiabilidad} = 1.6896$$

$$97.5 \% \text{ de confiabilidad} = 2.0301$$

$$\text{varianza (A-B)} = N \text{ suma (A-B)}^2 - (\text{suma (A-B)})^2 / N (N-1)$$

$$= 34 (207) - (-68.7)^2 / 34 (33)$$

$$= 7038 - 4719.69 / 1122$$

$$\text{varianza (A-B)} = 2.066$$

$$t = \text{promedio (A-B)} - 0 / \text{raíz cuadrada (varianza (A-B) / N)}$$

$$= -2.02 - 0 / \text{raíz cuadrada (2.066 / 34)}$$

$$= -2.02 / 0.246$$

$$= -8.2113$$

- 8.2113 está en la región de rechazo de la hipótesis nula ya que el rango va de -2.0301 a 2.0301, por lo tanto, la diferencia entre los resultados del pretest y el postest es significativa en el grupo, demostrando que la aplicación del software implica un cambio conceptual.

**TABLA 6.- CONCENTRADO DE INFORMACIÓN PARA LA PRUEBA DE HIPÓTESIS “COMPARACIÓN POR PAREJAS”, ELABORADA PARA EL GRUPO EXPERIMENTAL II.**

Individuo	Calificación pretest (A)	Calificación posttest (B)	(A-B)	(A-B) <sup>2</sup>	
1	4.2	6.7	-2.5	6.25	
2	3.3	7.5	-4.2	17.64	
3	7.5	5.8	1.7	2.89	
4	3.3	5.8	-2.5	6.25	
5	7.5	5.8	1.7	2.89	
6	4.2	7.5	-3.3	10.89	
7	5.8	7.5	-1.7	2.89	
8	4.2	9.2	-5	25	
9	4.2	6.7	-2.5	6.25	
10	3.3	5.8	-2.5	6.25	
11	2.5	7.5	-5	25	
12	2.5	6.7	-4.2	17.64	
13	4.2	9.2	-5	25	
14	7.5	7.5	0	0	
15	4.2	8.3	-4.1	16.81	
16	4.2	8.3	-4.1	16.81	
17	5	8.3	-3.3	10.89	
18	8.3	8.3	0	0	
19	4.2	8.3	-4.1	16.81	
20	5	9.2	-4.2	17.64	
21	9.2	8.3	0.9	0.81	
22	4.2	8.3	-4.1	16.81	
23	5	6.7	-1.7	2.89	
24	5.8	5.8	0	0	
25	7.5	7.5	0	0	
26	5.8	7.5	-1.7	2.89	
27	5	6.7	-1.7	2.89	
28	5	6.7	-1.7	2.89	
29	5	7.5	-2.5	6.25	
30	5	9.2	-4.2	17.64	
31	5	9.2	-4.2	17.64	
32	2.5	8.3	-5.8	33.64	
33	8.3	10	-1.7	2.89	
<b>Suma</b>	<b>561</b>	<b>168.4</b>	<b>251.6</b>	<b>-83.2</b>	<b>341</b>
<b>Promedio</b>				<b>-2.52</b>	

Hipótesis nula,  $H_0$ : No existe diferencia significativa entre las calificaciones obtenidas por los alumnos del grupo experimental II, en el pretest y el postest.

Grados de libertad.

$$N - 1 = (33 - 1) = 32$$

$$95 \% \text{ de confiabilidad} = 1.6973$$

$$97.5 \% \text{ de confiabilidad} = 2.0423$$

$$\text{varianza (A-B)} = N \text{ suma (A-B)}^2 - (\text{suma (A-B)})^2 / N (N-1)$$

$$= 33 (341) - (- 83.2)^2 / 33 (32)$$

$$= 11253 - 6922.24 / 1056$$

$$\text{varianza (A-B)} = 4.10$$

$$t = \text{promedio (A-B)} - 0 / \text{raíz cuadrada (varianza (A-B) / N)}$$

$$= - 2.52 - 0 / \text{raíz cuadrada (4.10 / 33)}$$

$$= - 2.52 / 0.3524$$

$$= - 7.1509$$

- 7.1509 está en la región de rechazo de la hipótesis nula ya que el rango va de -2.0423 a 2.0423, por lo tanto, la diferencia entre los resultados del pretest y el postest es significativa en el grupo, demostrando que la aplicación del software implica un cambio conceptual.

**TABLA 7.- CONCENTRADO DE INFORMACIÓN PARA LA PRUEBA DE HIPÓTESIS “COMPARACIÓN POR PAREJAS”, ELABORADA PARA EL GRUPO EXPERIMENTAL III.**

Individuo	Calificación pretest (A)	Calificación posttest (B)	(A-B)	(A-B) <sup>2</sup>	
1	5.8	10	-4.2	17.64	
2	5	9.2	-4.2	17.64	
3	5.8	7.5	-1.7	2.89	
4	5	6.7	-1.7	2.89	
5	4.2	7.5	-3.3	10.89	
6	3.3	6.7	-3.4	11.56	
7	6.7	8.3	-1.6	2.56	
8	2.5	8.3	-5.8	33.64	
9	4.2	8.3	-4.1	16.81	
10	5	8.3	-3.3	10.89	
11	5	9.2	-4.2	17.64	
12	6.7	7.5	-0.8	0.64	
13	7.5	6.7	0.8	0.64	
14	5.8	7.5	-1.7	2.89	
15	6.7	5.8	0.9	0.81	
16	5.8	5.8	0	0	
17	6.7	6.7	0	0	
18	3.3	9.2	-5.9	34.81	
19	5.8	8.3	-2.5	6.25	
20	4.2	8.3	-4.1	16.81	
21	5.8	6.7	-0.9	0.81	
22	5	8.3	-3.3	10.89	
23	4.2	6.7	-2.5	6.25	
24	4.2	10	-5.8	33.64	
25	5	7.5	-2.5	6.25	
26	5.8	8.3	-2.5	6.25	
27	5	7.5	-2.5	6.25	
28	4.2	7.5	-3.3	10.89	
29	5	10	-5	25	
30	6.7	8.3	-1.6	2.56	
31	5	5.8	-0.8	0.64	
32	5	6.7	-1.7	2.89	
33	5.8	8.3	-2.5	6.25	
<b>Suma</b>	<b>561</b>	<b>171.7</b>	<b>257.4</b>	<b>-85.7</b>	<b>326.47</b>
<b>Promedio</b>				<b>-2.60</b>	

Hipótesis nula,  $H_0$ : No existe diferencia significativa entre las calificaciones obtenidas por los alumnos del grupo experimental III, en el pretest y el postest.

Grados de libertad.

$$N - 1 = (33 - 1) = 32$$

$$95 \% \text{ de confiabilidad} = 1.6973$$

$$97.5 \% \text{ de confiabilidad} = 2.0423$$

$$\text{varianza (A-B)} = N \text{ suma (A-B)}^2 - (\text{suma (A-B)})^2 / N (N-1)$$

$$= 33 (326.47) - (-85.7)^2 / 33 (32)$$

$$= 10773.51 - 7344.49 / 1056$$

$$\text{varianza (A-B)} = 3.24$$

$$t = \text{promedio (A-B)} - 0 / \text{raíz cuadrada (varianza (A-B) / N)}$$

$$= -2.60 - 0 / \text{raíz cuadrada (3.24 / 33)}$$

$$= -2.60 / 0.3133$$

$$= -8.2987$$

- 8.2987 está en la región de rechazo de la hipótesis nula ya que el rango va de -2.0423 a 2.0423, por lo tanto, la diferencia entre los resultados del pretest y el postest es significativa en el grupo, demostrando que la aplicación del software implica un cambio conceptual.

**TABLA 8.- CONCENTRADO DE INFORMACIÓN PARA LA PRUEBA DE HIPÓTESIS “COMPARACIÓN POR PAREJAS”, ELABORADA PARA EL GRUPO CONTROL.**

Individuo	Calificación pretest (A)	Calificación posttest (B)	(A-B)	(A-B) <sup>2</sup>	
1	4.2	5	-0.8	0.64	
2	3.3	5	-1.7	2.89	
3	4.2	5.8	-1.6	2.56	
4	3.3	9.2	-5.9	34.81	
5	7.5	7.5	0	0	
6	4.2	6.7	-2.5	6.25	
7	5.8	7.5	-1.7	2.89	
8	4.2	5	-0.8	0.64	
9	4.2	8.3	-4.1	16.81	
10	3.3	5.8	-2.5	6.25	
11	2.5	5	-2.5	6.25	
12	2.5	2.5	0	0	
13	4.2	5.8	-1.6	2.56	
14	5.8	6.7	-0.9	0.81	
15	4.2	5.8	-1.6	2.56	
16	4.2	5.8	-1.6	2.56	
17	5	5.8	-0.8	0.64	
18	5.8	6.7	-0.9	0.81	
19	4.2	5	-0.8	0.64	
20	5	6.7	-1.7	2.89	
21	3.3	5.8	-2.5	6.25	
22	4.2	7.5	-3.3	10.89	
23	5	5.8	-0.8	0.64	
24	5.8	8.3	-2.5	6.25	
25	7.5	8.3	-0.8	0.64	
26	5.8	8.3	-2.5	6.25	
27	5	6.7	-1.7	2.89	
28	5	6.7	-1.7	2.89	
29	5	4.2	0.8	0.64	
30	5	6.7	-1.7	2.89	
31	5	6.7	-1.7	2.89	
32	2.5	3.3	-0.8	0.64	
33	5.8	6.7	-0.9	0.81	
34	5	6.7	-1.7	2.89	
35	4.2	5.8	-1.6	2.56	
<b>Suma</b>	<b>630</b>	<b>161.7</b>	<b>219.1</b>	<b>-57.4</b>	<b>143.48</b>
<b>Promedio</b>			<b>-1.64</b>		

Hipótesis nula,  $H_0$ : No existe diferencia significativa entre las calificaciones obtenidas por los alumnos del grupo control, en el pretest y el postest.

Grados de libertad.

$$N - 1 = (35 - 1) = 34$$

$$95 \% \text{ de confiabilidad} = 1.6896$$

$$97.5 \% \text{ de confiabilidad} = 2.0301$$

$$\text{varianza (A-B)} = N \text{ suma (A-B)}^2 - (\text{suma (A-B)})^2 / N (N-1)$$

$$= 35 (143.48) - (- 57.4)^2 / 35 (34)$$

$$= 5021.80 - 3294.76 / 1190$$

$$\text{varianza (A-B)} = 1.45$$

$$t = \text{promedio (A-B)} - 0 / \text{raíz cuadrada (varianza (A-B) / N)}$$

$$= - 1.64 - 0 / \text{raíz cuadrada (1.45 / 35)}$$

$$= - 1.64 / 0.2035$$

$$= - 8.0589$$

- 8.0589 está en la región de rechazo de la hipótesis nula ya que el rango va de -2.0301 a 2.0301, por lo tanto, la diferencia entre los resultados del pretest y el postest es significativa en el grupo, demostrando que la impartición de una clase tradicional implicó un cambio conceptual.

**TABLA 9.- RESULTADOS DE LA PRUEBA DE SCHEFFE (ANÁLISIS DE VARIANZA), PARA COMPARAR SI HAY DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE LA POBLACIÓN EXPERIMENTAL Y EL GRUPO CONTROL, EN EL POSTEST.**

<b>Contraste entre grupos</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Límites (+/-)</b>	<b>Existe diferencia significativa</b>
Grupo I – Grupo II	0.14929	0.87966	NO
Grupo I – Grupo III	0.14929	0.87966	NO
Grupo I – Grupo control	1.51353	0.86681	SI
Grupo II – Grupo III	0.00000	0.88620	NO
Grupo II – Grupo control	1.36424	0.87345	SI
Grupo III – Grupo control	1.36424	0.87345	SI

**TABLA 10.- CONCENTRADO DE INFORMACIÓN PARA LA PRUEBA DE  $\chi^2$ , EMPLEADA PARA ELABORAR LAS TABLAS DE CONTINGENCIA (2 X 2) Y CORRELACIONAR LAS FRECUENCIAS ABSOLUTAS DE RESPUESTA CORRECTA E INCORRECTA, EN EL PRETEST Y EL POSTEST PARA LA POBLACIÓN EXPERIMENTAL.**

Pregunta	Población experimental (100) alumnos, frecuencia absoluta			
	pretest		Postest	
	respuesta Correcta	respuesta incorrecta	respuesta correcta	respuesta incorrecta
1	83	17	90	10
2	66	34	98	2
3	39	61	85	15
4	32	68	41	59
5	31	69	77	23
6	82	18	86	14
7	8	92	18	82
8	94	6	95	5
9	33	67	66	34
10	89	11	96	4
11	24	76	67	33
12	59	41	77	23

**TABLA 11.- PLANTEAMIENTO GENERAL DE DATOS PARA LA PRUEBA DE  $\chi^2$ , EN UNA TABLA DE CONTINGENCIA (2 X 2).**

	Frecuencia Absoluta		
	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta	
Pretest	a	b	k
Postest	c	d	l
	m	n	N

$$\chi^2 = N [(ad) - (bc)]^2 / (k) (l) (m) (n)$$

**TABLA 12.- RESULTADOS CONCENTRADOS POR PREGUNTA, DE LAS PRUEBAS DE  $\chi^2$ .**

Pre-gunta	Población experimental (100) alumnos, frecuencia absoluta				grados de libertad	$\chi^2$ de tablas a 95 % De confiabilidad 95%	$\chi^2$ calculada por pregunta	Diferencia significativa
	Pretest		Postest					
	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta				
	1	83	17	90				
2	66	34	98	2	1	3.841	34.688	SI
3	39	61	85	15	1	3.841	44.906	SI
4	32	68	41	59	1	3.841	1.747	NO
5	31	69	77	23	1	3.841	42.592	SI
6	82	18	86	14	1	3.841	0.595	NO
7	8	92	18	82	1	3.841	4.420	SI
8	94	6	95	5	1	3.841	0.096	NO
9	33	67	66	34	1	3.841	21.782	SI
10	89	11	96	4	1	3.841	3.531	NO
11	24	76	67	33	1	3.841	37.281	SI
12	59	41	77	23	1	3.841	7.444	SI

## DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Las Pruebas de hipótesis que se elaboraron para evaluar la bondad del software, arrojaron una diferencia significativa antes y después de la aplicación de éste, en todos los grupos experimentales, sin embargo al analizar de la misma manera al grupo control, se encontró que también hubo una diferencia significativa, lo cual deja entrever que por sí mismo, el evento educativo implica un cambio conceptual, sin importar tanto el método que se utilice para ello, ya que en la preparación de la clase del grupo control, impartida de manera tradicional, se tomaron en cuenta las ideas previas y la madurez cognitiva de los alumnos.

Por otro lado al comparar la mejoría en las calificaciones de manera cualitativa, la ganancia en puntaje resulta mayor para los grupos experimentales. La prueba de Scheffe, corrobora la aseveración anterior, ya que existe diferencia significativa entre los tres grupos experimentales con respecto al grupo control, analizados de manera independiente.

Dentro de la misma prueba se aprecia que entre los grupos experimentales no hay diferencias significativas en el posttest, lo cual implica que todos los grupos experimentales se comportaron como una población homogénea y por lo tanto, la diferencia con el grupo control, determina un avance conceptual de mayor índole, debido a la aplicación del software.

Sin embargo al aplicar la prueba de  $\chi^2$  para correlacionar los resultados obtenidos por pregunta en el pretest y el posttest, se observaron discrepancias importantes con las pruebas anteriores, en algunos casos las diferencias no son significativas como es el de las preguntas 1, 4, 6, 8, y 10, lo que obliga a hacer un análisis más fino para interpretar los resultados anteriores.

*Pregunta 1.- Cuando corres, comienzas a respirar más rápido de lo que lo haces normalmente, ¿A qué crees que se debe?*

En esta pregunta la diferencia entre el pretest el posttest no fue significativa, el índice de respuesta correcta pasó de 83 a 90, por lo cual se puede decir que la

mayoría de los estudiantes identifican que al hacer un mayor esfuerzo físico de lo cotidiano, la frecuencia respiratoria se incrementa con la finalidad de proporcionar más energía al individuo para un esfuerzo extra.

*Pregunta 2.- Escoge cuál es la ruta que el aire sigue para entrar a tus pulmones.*

La diferencia observada en esta pregunta fue significativa ya que el software hace énfasis en la ruta que sigue el aire para entrar a los pulmones y al tratarse de un evento macroscópico los alumnos parecen no tener problemas para establecer una relación adecuada entre la anatomía del sistema respiratorio y la fisiología de éste.

*Pregunta 3.- Tus alvéolos están rodeados por:*

En este caso también se registró una diferencia significativa bastante marcada ya que el índice de calificación varió de 39 a 85, por lo que puede presumirse que permitió a los estudiantes el cuestionamiento acerca de la estructura del tejido pulmonar y la relación con el sistema circulatorio.

*Pregunta 4.- En tus alvéolos ocurre un fenómeno importante, ¿Cuál es?*

La diferencia en éste caso no fue significativa y el índice de respuesta se mantuvo bajo, ya que la respuesta correcta implica poner en juego ideas previas muy arraigadas que se encuentran en el ámbito de la estructura molecular del aire, concepción que resulta muy elaborada para los jóvenes de segundo grado de secundaria.

*Pregunta 5.- El oxígeno, es transportado de la siguiente manera:*

La diferencia que se observa en esta pregunta es de las más altas de la comparación entre pretest y postest ya que cuestiona al alumno acerca del transporte de un gas en un medio líquido, por lo que puede presumirse que la explicación de que el oxígeno sea llevado por una célula especializada, es bastante razonable para los estudiantes.

Pregunta 6.- *El oxígeno que entra a tu cuerpo es requerido por las siguientes células:*

Para esta pregunta, la diferencia no fue significativa ya que desde un principio la gran mayoría de los alumnos la contestó de manera adecuada, con un índice de respuesta correcta de 82 en el pretest y 86 en el postest, por lo que se trata de un conocimiento arraigado y en el cual el margen de error no es mucho y el esquema representacional está en concordancia con la explicación científica.

Pregunta 7.- *Cuando el oxígeno llega a tus células, sirve para:*

El caso de esta pregunta, resulta bastante peculiar con respecto a las demás ya que el índice de respuesta correcta, es el más bajo de todos los casos en el pretest y el postest, evidentemente el sentido del cuestionamiento requiere de un nivel de abstracción lejano a las posibilidades de los estudiantes debido a que se trata de una concepción microscópica y molecular y era de esperarse que el cambio conceptual fuese pobre, aunque la prueba de  $\chi^2$  indica una diferencia significativa entre los tests.

Pregunta 8.- *¿Qué se produce como desecho de la respiración?*

En esta pregunta tampoco se encuentra una diferencia significativa entre el pretest y el postest y al igual que en el caso de la pregunta 6 se trata de un conocimiento anclado cuyo esquema representacional es acorde con la explicación científica.

Pregunta 9.- *¿Cómo se transporta el bióxido de carbono en la sangre?*

En este caso la diferencia resulta claramente representativa ya que al cobrar sentido la manera en que se transporta el oxígeno, era de esperarse que los estudiantes relacionaran que, por su naturaleza gaseosa, el  $\text{CO}_2$  también requiera de una forma especializada de transporte.

Pregunta 10.- *¿Por donde sale el bióxido de carbono de tu cuerpo?*

De la misma manera que sucede con las preguntas 6 y 8, el esquema representacional que poseen los estudiantes les permite explicar de una manera plausible el fenómeno relacionado con la salida del CO<sub>2</sub> del cuerpo, mediante el proceso de exhalación.

Pregunta 11.- *Escoge los eventos macroscópicos (que se aprecian a simple vista) del proceso de respiración.*

Pregunta 12.- *Escoge los eventos microscópicos (que **no** se aprecian a simple vista) del proceso de respiración.*

La diferencia significativa entre el pretest y el postest, observada para ambas preguntas, es quizá la más importante de todas ya que especialmente en el marco del mecanismo respiratorio, el hecho de que los estudiantes puedan identificar y diferenciar los eventos macroscópicos de los microscópicos es uno de los primeros pasos para comprender el proceso respiratorio en su conjunto.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, es posible concluir que la aplicación de un software educativo de naturaleza interactiva, como apoyo en la enseñanza, representa una posibilidad de lograr que el proceso de aprendizaje, sea más efectivo que el de una clase que siga un esquema tradicional.

La revisión de las ideas previas y la madurez cognitiva de los estudiantes, resulta fundamental en el diseño y desarrollo de las estrategias de enseñanza.

A pesar de la excelencia en la preparación de una clase tradicional que incluya consideraciones tales como el estado cognitivo de los estudiantes, la presentación de hechos relacionados entre sí bajo un principio organizador y la integración de nuevas tareas de aprendizaje con materiales presentados con anterioridad (Ausubel, 2002), el empleo de software educativo de naturaleza interactiva como apoyo, resulta más efectivo, ya que estimula a los alumnos de una manera integral, y ponen en juego varias formas de contacto, visual, auditiva y kinestésica con los contenidos.

El uso de software educativo propicia la lectura de comprensión ya que de ello depende el progreso en su revisión y permite el repaso constante.

Evidentemente algunos de los contenidos presentados a los estudiantes pueden ser poco representativos, ya sea porque sus esquemas representacionales concuerden con las explicaciones científicas o porque resulten ajenos a su madurez cognitiva, sin embargo, en éste último caso, la presentación de contenidos de manera clara y organizada, propician un avance al menos incipiente en el cambio conceptual.

Aunque el presente trabajo fue aplicado en alumnos de segundo grado de secundaria, es posible recomendar el uso de software interactivo en cualquier nivel educativo, adaptando éste a las necesidades de cada grupo.

Es recomendable también, el uso de software interactivo como parte de estrategias de enseñanza integrales ya que por sí solo, sus posibilidades resultan limitadas.

El diseño y desarrollo de software educativo, resulta una herramienta valiosa para el docente, ya que constituye una oportunidad para el autocuestionamiento de las ideas previas, lo cual redundará en el incremento de la calidad de la enseñanza.

## **ANEXOS:**

### **Anexo 1**

#### **Los programas de Biología. Enfoque:**

A continuación se transcribe el texto del enfoque, presentado en el plan de estudios de la Secretaría de Educación Pública, (1993):

“La biología tradicionalmente ha estudiado las formas funciones y mecanismos que rigen a los seres vivos pero no es sino hasta el desarrollo de la teoría evolutiva en el siglo pasado y de su síntesis generada a mediados de este siglo, que esta ciencia logra su plena autonomía científica dando lugar a metodologías que le son propias y que la distinguen de otras ciencias como la física y la química. En particular, herramientas como la comparación y la observación son fundamentales para el estudio de los seres vivos y, por ello, en la enseñanza de la biología se debe enfatizar su importancia, dedicando tiempo de estudio a su comprensión práctica.

El propósito general de la enseñanza de la biología es promover el conocimiento de los alumnos sobre el mundo viviente; sin embargo, los beneficios de una educación científica no deben limitarse a la adquisición de conocimientos. La ciencia es también una actividad social que incorpora valores y actitudes; su práctica y aprendizaje de sus métodos propicia la aplicación sistemática de actitudes como la diligencia, la imparcialidad, la imaginación, la curiosidad, la apertura hacia nuevas ideas, la capacidad de formular preguntas y muy especialmente, debe inculcar en el alumno un cierto escepticismo sistemático que le permita balancear la aceptación indiscriminada de nuevas ideas.

Esta propuesta curricular, además de estimular el interés por la actividad científica, promueve en el alumno actitudes de responsabilidad en el cuidado de su salud y del medio ambiente. Es ampliamente reconocida la importancia de mantener el equilibrio de los procesos ambientales y de contribuir a la conservación de la diversidad biológica. Por otra parte, los jóvenes están, a través de los medios de comunicación y de otros medios de enseñanza no formales, en permanente contacto con información sobre el estado del ambiente. El maestro de biología puede aprovechar esta situación para generar en el alumno una

conciencia del manejo racional de los recursos naturales, así como ayudarlo a sistematizar, desde un punto de vista científico, la diversidad de mensajes a los que está expuesto. En general, las experiencias cotidianas del alumno y su percepción del mundo viviente deben ser punto de partida para el aprendizaje de la biología.

#### Organización general de los contenidos.

En esta propuesta la asignatura de Biología presenta dos grandes niveles de aproximación. A diferencia de los programas anteriores, en primer año se estudian básicamente los procesos macrobiológicos, como evolución, ecología y genética. Con esta base, es posible abordar los conocimientos de biología del segundo grado que permiten comprender las particularidades de la organización de los seres vivos y su funcionamiento de manera general, analizando su fisiología y su anatomía.

El cambio más importante respecto de los programas anteriores se refiere al reordenamiento de los contenidos, el cual se hizo con base en las siguientes consideraciones:

Los planteamientos didácticos actuales prevén la necesidad de brindar al alumno elementos que favorezcan su construcción de nuevos conocimientos sistemáticos con base en esquemas previos más generales e integradores que adquirió en la primaria; por ello se incluyen en primer grado los conceptos básicos que le permiten acercarse al estudio sistemático de la biología.

- Los conceptos más familiares o significativos para el estudiante se deben ofrecer en primer lugar. En ese sentido, estos programas consideran que los procesos macrobiológicos (evolución, ecología, eras geológicas) se integrarán con más facilidad en el marco conceptual de estudiantes de primero de secundaria, mientras que los procesos microbiológicos (célula, compuestos orgánicos) son más adecuados en segundo grado.
- Hay mayor pertinencia en la enseñanza de los contenidos de fisiología e higiene en segundo año de secundaria. Es probable que, comparados con los alumnos de segundo, los de primero de secundaria presenten menor interés en

el estudio de contenidos fisiológicos como reproducción e higiene, ya que los primeros se encuentran en una fase más avanzada de desarrollo.

Otra consideración importante para la organización de contenidos de esta asignatura es la necesidad de que el alumno distinga los procesos particulares de la biología, pero es importante evitar que este esfuerzo le transmita la idea de que a esta asignatura la constituyen contenidos sin articulación con otras disciplinas.

Es fundamental marcar, por ejemplo, las relaciones más notorias entre la biología, la química y la física. En ese sentido, existen contenidos claramente comunes como el referente a la composición de los seres vivos, en el que se presenta una reflexión acerca de los compuestos químicos que forman a los organismos; temas de ecología como el ciclo del agua son revisados también en los programas de Química; algunos aspectos físicos como la transformación de la energía en los ecosistemas o la recepción de luz por parte de las plantas son elementos que se incorporan en esta propuesta. En síntesis, el alumno debe tener claro que las ciencias comparten propósitos, contenidos y métodos.

Los nuevos contenidos de Biología están organizados en diez unidades temáticas. Esta presentación en unidades pretende entrelazar los diversos aspectos comunes a los seres vivos y marcar las diferencias existentes entre ellas. Prácticamente todas las unidades presentan contenidos que pueden ser relacionados entre sí. La ecología, por ejemplo, es un tema que se relaciona con las características de todos los seres vivos. Los tipos de respiración o circulación se vinculan estrechamente con las líneas evolutivas que han seguido los organismos”.

## Anexo 2

### Los programas de Biología. Contenido temático del plan de estudios.

Primer grado.

El mundo vivo y la ciencia que lo estudia

- Historia y desarrollo de la biología
  - Primeros conocimientos sobre los seres vivos
  - Los trabajos de clasificación de Aristóteles
  - La Edad Media: herbolaria, medicina y anatomía
  - El descubrimiento del mundo microscópico: Leeuwenhoek
  - Evolución y herencia: Darwin y Mendel
  - La teoría sintética de la evolución
  - El panorama actual
  - Biología y sociedad: la relación de la biología con las otras ciencias
- Los seres vivos: el objeto de estudio de la biología
  - Las características de los seres vivos (crecimiento, reproducción, irritabilidad, movimiento, metabolismo, organización, adaptación)
  - Los componentes de los seres vivos: elementos, moléculas y células
- Los métodos de la biología
  - Conocimiento subjetivo y objetivo
  - El conocimiento empírico y el método científico
  - La experimentación en biología
  - La comparación en biología
  - La observación en biología
- El laboratorio escolar
  - Su función
  - Los materiales en el laboratorio
  - Normas de seguridad
  - Ejemplos de trabajo en laboratorio
- Prácticas de campo
  - Su función

- Los materiales de la práctica de campo
- Ejemplos de investigaciones de campo
- Sentido y utilidad de los estudios de biología
  - Conocimiento de los seres vivos
  - Salud
  - Alimentación
  - Conservación ambiental

#### Evolución: el cambio de los seres vivos en el tiempo

- Ideas preevolucionistas
  - Las primeras ideas: el fijismo
  - Lamarck
- Darwin y la selección natural
  - Darwin y el viaje del Beagle
  - Las influencias de Darwin: Malthus y Wallace
  - La variabilidad y sus fuentes
  - La selección natural
  - La publicación de *El origen de las especies*
- Evolución, diversidad y adaptación
  - El origen de la diversidad biológica y la especiación
  - El principio de adaptación
  - El neodarwinismo: nuevas evidencias para la teoría de la evolución

#### Los seres vivos en el planeta

- El origen de la vida
  - La generación espontánea
  - Spallanzani y Needham
  - Pasteur
  - La panespermia
  - El creacionismo
  - La teoría de Oparin—Haldane
  - Los experimentos de Miller y Urey
- Las eras geológicas

- Los fósiles
- Tipos de fósiles
- Técnicas de fechamiento de fósiles
- Criterio de división de las eras geológicas
- La vida en las diferentes eras geológicas
- Evolución humana
- Biodiversidad
  - Tipos de seres vivos (terrestres, acuáticos; aerobios, anaerobios; autótrofos, heterótrofos)
  - Importancia de la biodiversidad
  - Las razones que provocan la pérdida de biodiversidad
  - Especies en extinción
  - La gran diversidad biológica de México
- La clasificación de los seres vivos
  - Criterios extrínsecos e intrínsecos
  - Las primeras clasificaciones
  - Los trabajos de Linneo
  - Niveles taxonómicos
  - Los cinco reinos de los seres vivos: monera, protocista, hongos, animales y plantas
  - El uso de los nombres científicos

#### Ecología: los seres vivos y su ambiente

- ¿Qué es la ecología?
  - Origen del término
  - Importancia del estudio de los procesos ecológicos
- Los sistemas ecológicos
  - Los factores bióticos y abióticos del ambiente
  - Los ciclos del carbono, el nitrógeno y el agua
  - El principio de la fotosíntesis
  - Las cadenas alimentarias y la transferencia de energía
- Los ecosistemas

- La dinámica de un ecosistema
- Diferentes tipos de ecosistemas
- El ecosistema local
- Consecuencias de la actividad humana en el ambiente
  - La tala inmoderada y sus consecuencias
  - El sobrepastoreo
  - La contaminación ambiental
  - La pérdida de la biodiversidad
- Acciones para prevenir problemas ambientales
  - Fuentes alternativas de energía
  - Regeneración del suelo
  - Reforestación y reciclaje
  - Medidas anticontaminantes

#### Genética: la ciencia de la herencia

- Las ideas sobre la herencia antes de Mendel
  - Los primeros procesos de domesticación
  - La hibridación
  - El descubrimiento de los gametos: espermatozoides y óvulos
- Los trabajos de Mendel
  - Genotipo y Fenotipo
  - Dominancia y recesividad
  - Las leyes de Mendel
  - Los chícharos: una elección afortunada
- El ADN
  - El enigma de la estructura del ADN
  - El modelo de Watson y Crick
  - Funcionamiento general
- Cromosomas y genes
  - ¿Qué es un gen?
  - Los cromosomas y su importancia
  - El cariotipo

- Genética Humana
  - Herencia ligada al sexo
  - Enfermedades hereditarias y alteraciones genéticas
  - La interacción entre los genes y el ambiente
- La manipulación de la herencia
  - Clonación de organismos
  - Procesos de inseminación artificial
  - Fecundación *in vitro*

## Segundo grado.

### Niveles de organización de la materia viva

- Elementos que forman la materia viva
  - Composición química de los seres vivos: C, H, O, N, S, P
  - El carbono: elemento base de los compuestos orgánicos
  - Compuestos orgánicos útiles para el hombre (petróleo, plásticos, medicamentos)
- Biomoléculas
  - Los carbohidratos: el combustible principal de la célula
  - Los lípidos: energía de reserva y materia prima de las membranas
  - Las proteínas: moléculas de usos múltiples (su papel estructural, enzimático, como anticuerpos, etcétera)
  - Enzimas: activadores metabólicos
  - Ácidos nucleicos: las moléculas de la información
  - Un caso especial: los virus

### La célula

- Desarrollo histórico del concepto de célula
  - Los trabajos de Robert Hooke
  - La teoría celular de Schleiden y Schwann
  - La célula: unidad anatómica, fisiológica y de origen de los seres vivos
  - Células procariontes y células eucariontes
  - Diferentes tipos de células en el cuerpo humano

- El sistema membranal
  - La membrana celular y sus funciones
  - Alimentación celular: endocitosis, vesículas y lisosomas, exocitosis
  - La membrana nuclear y sus funciones
  - El retículo endoplásmico, los ribosomas y la síntesis de proteínas
  - Aparato de Golgi y secreción
- El citoplasma
  - Las mitocondrias y la respiración celular
  - Los cloroplastos y la fotosíntesis
- El núcleo y la división celular
  - Los cromosomas
  - La mitosis
  - La meiosis
  - El ADN y la replicación
  - El ARN y la transcripción

#### Funciones de los seres vivos

- Relación tejido-órgano-sistema
  - Tejidos: su función y estructura
  - Órganos: su función y estructura
  - Sistemas: su función y estructura
- Respiración
  - La función de la respiración
  - Órganos especializados en la respiración
  - Respiración aerobia y anaerobia
- Circulación
  - La función de la circulación: transporte de oxígeno y alimentos
  - El medio de circulación, sangre, linfa, savia
  - Los órganos especializados en la circulación
- Nutrición
  - La necesidad de alimento

- Órganos especializados en nutrición
- Crecimiento
  - Glándulas y hormonas
  - Las etapas del crecimiento de los seres vivos
  - Cambios en la talla
- Reproducción
  - La función de la reproducción
  - Reproducción sexual y asexual
  - Órganos especializados en la reproducción
- Percepción y coordinación
  - Los órganos de los sentidos
  - El sistema nervioso central
  - El sistema nervioso autónomo

#### Reproducción humana

- Sistema reproductor femenino y masculino
  - Caracteres sexuales primarios y secundarios
  - Madurez sexual
  - Órganos sexuales y su función general
- El ciclo menstrual
  - La ovulación
  - El periodo menstrual
- Fecundación y embarazo
  - La relación sexual
  - La fecundación: unión del espermatozoide y el óvulo
  - El desarrollo embrionario
  - El parto
- Métodos anticonceptivos
  - Métodos químicos
  - Métodos mecánicos
  - Métodos naturales
  - Métodos quirúrgicos

- La importancia social de las medidas anticonceptivas
- Enfermedades de transmisión sexual
  - ¿Qué es una enfermedad de transmisión sexual?
  - Mecanismos de prevención
  - Consecuencias para la salud de algunas enfermedades de transmisión sexual (sida, sífilis, gonorrea, herpes)

#### La Salud

- La alimentación: base de la salud
  - La importancia de una dieta equilibrada
  - ¿Qué son las Calorías?
  - Los tres grupos de alimentos (cereales y tubérculos; frutas y verduras; leguminosas y alimentos de origen animal)
  - ¿Qué comemos los mexicanos?
- Enfermedades infecciosas y parasitarias más comunes en el hombre
  - Las enfermedades locales más comunes y su agentes
  - Los mecanismos de prevención
- Uso de los servicios de salud
  - Las clínicas de salud
  - La importancia de una opinión especializada sobre la salud
- Tabaquismo, drogadicción y alcoholismo
  - Las causas de las adicciones
  - El tabaquismo y sus consecuencias para la salud
  - El alcoholismo y sus consecuencias para la salud
  - La drogadicción y sus consecuencias para la salud
- Responsabilidad del estudiante hacia la vida
  - La importancia del respeto a los seres vivos
  - El papel del hombre en la transformación del planeta
  - El futuro

### Anexo 3

#### Descripción del software.

##### FOTOGRAMA 1

*Texto a manera de título:*

Como es la respiración en los humanos.

*Fondo:*

Fotografía de un grupo de personas.

*Hasta abajo:*

Profesor: Amado de Anda.

*Botones:*

Entra (*Fotograma 2*)

##### FOTOGRAMA 2

*Texto:*

En la clase de atletismo, al hacer un gran esfuerzo, sientes que te asfixias, y tus pulmones trabajan a mayor velocidad.

*¿A qué crees que se deba?*

*Fondo:*

Foto de niños corriendo en una pista

*Botones:*

Sigue (*fotograma 3*)

##### FOTOGRAMA 3

*Texto:*

- A que requieres más aire. Botón "A" (*fotograma 3A*)

- A que necesitas refrescar tu cuerpo. Botón "B" (*fotograma 3B*)

##### FOTOGRAMA 3A

*Texto:*

Efectivamente, pero:

*¿Por qué?*

*Fondo:*

Una persona respirando agitadamente (animación)

*Botones:*

Sigue (*fotograma 4*)

### FOTOGRAMA 3B

*Texto:*

Desafortunadamente éste no es un recurso para bajar la temperatura del cuerpo.

*Fondo:*

Ventilador funcionando (animación)

*Botones:*

Regresa (*fotograma 3*)

### FOTOGRAMA 4

*Texto:*

- Porque el aire contiene energía que se transmite a todo tu cuerpo. *Botón "A" (fotograma 4A)*

- Porque el aire contiene sustancias que necesita tu cuerpo para producir energía. *Botón "B" (fotograma 4B)*

### FOTOGRAMA 4A

*Texto:*

El aire por sí mismo, no contiene energía aprovechable por el cuerpo.

*Fondo:*

Rayo tachado

*Botones:*

Regresa (*fotograma 4*)

### FOTOGRAMA 4B

*Texto:*

¿Y cómo sucede éste fenómeno?

Repasemos la ruta del aire para entrar a tu cuerpo.

*Botones:*

Sigue (*fotograma 5*)

### FOTOGRAMA 5

*Texto:*

El aire entra por la Nariz o la Boca a una cavidad común.

*Fondo:*

Desaparece el texto y aparece la imagen: Corte de la cabeza, marcando las cavidades nasales y bucal, con flechas que señalan el camino del aire.

*Botones:*

Sigue (*fotograma 6*)

## FOTOGRAMA 6

*Texto:*

De ahí es conducido hacia la Tráquea.

*Fondo:*

Desaparece el texto y aparece la imagen: Corte de la cabeza y el tórax, marcando las cavidades nasales, bucal y la tráquea, con flechas que señalan el camino del aire.

*Botones:*

Sigue (fotograma 7)

## FOTOGRAMA 7

*Texto:*

El aire es conducido a los Bronquios, que llevan a los Pulmones.

*Fondo:*

Desaparece el texto y aparece la imagen: Corte de la cabeza y el tórax, marcando las cavidades nasales, bucal, la tráquea y los bronquios, con flechas que señalan el camino del aire.

*Botones:*

Sigue (fotograma 8)

## FOTOGRAMA 8

*Texto:*

Dentro de los pulmones, los Bronquios se dividen en los Bronquiolos que a su vez se dividen hasta reducir mucho su diámetro.

*Fondo:*

Desaparece el texto y aparece la imagen: Corte de los bronquios y bronquiolos, con flechas que señalan el camino del aire.

*Botones:*

Sigue (fotograma 9)

## FOTOGRAMA 9

*Texto:*

Los Bronquiolos reducen tanto su diámetro que llegan a ser microscópicos y llegan a estructuras en forma de sacos dispuestos en racimos llamados Alvéolos.

*Fondo:*

Desaparece el texto y aparece la imagen: Corte del Pulmón y ampliación a imagen siguiente de los alvéolos.

*Botones:*

Sigue (fotograma 10)

## FOTOGRAMA 10

*Texto:*

*Ejercicio:*

Acomoda las estructuras en el orden en que el aire entra en tu organismo, arrastra las imágenes de abajo a la silueta.

*Fondo:*

Una ventana grande arriba tiene una silueta, abajo seis chicas con las estructuras en desorden.

*Botones:*

Paso automático cuando se completa el ejercicio, orden de las ventanas chicas: 5,3,1,6,4,2 (fotograma 11)

## FOTOGRAMA 11

*Texto:*

¡EXCELETE!

*Fondo:*

Esquema completo

*Botones:*

Sigue (fotograma 12)

## FOTOGRAMA 12

*Texto:*

Recuerda que ahora estamos analizando algo de lo que pasa en el mundo microscópico de tu cuerpo.

*Fondo:*

Fotografía de un microscopio

*Botones:*

Sigue (fotograma 13)

## FOTOGRAMA 13

*Texto:*

Las paredes de tus alvéolos son muy delgadas y se encuentran rodeadas por vasos sanguíneos, llamados capilares. Aquí sucede algo muy interesante.

¿Qué piensas que pasa con el aire que tienen tus alvéolos?

*Fondo:*

Alvéolos rodeados por vasos capilares.

*Botones:*

Sigue (fotograma 14)

## FOTOGRAMA 14

*Texto:*

- El aire pasa a la sangre y viaja en ella. *Botón "A" (fotograma 14A)*
- El aire limpia a la sangre quitándole la suciedad. *Botón "B" (fotograma 14B)*
- El Oxígeno se separa del aire y pasa a la sangre. *Botón "C" (fotograma 14C)*
- El Oxígeno se separa químicamente del Bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y pasa a la sangre. *Botón "D" (fotograma 14D)*
- El Oxígeno se convierte en energía. *Botón "E" (fotograma 14E)*

## FOTOGRAMA 14A

*Texto:*

El torrente sanguíneo NO puede llevar burbujas de gas, ¡esto te mataría!

*Fondo:*

Esquema de un conducto coloreado en rojo con burbujas sin color, tachado.

*Botones:*

Regresa (*fotograma 14*)

## FOTOGRAMA 14B

*Texto:*

La sangre no se ensucia, en realidad lleva diferentes sustancias, algunas no le sirven al organismo y deben ser desechadas poro no lo ensucian.

*Fondo:*

Bote de basura tachado.

*Botones:*

Regresa (*fotograma 14*)

## FOTOGRAMA 14C

*Texto:*

Al pasar el Oxígeno a la sangre, éste será llevado a todo el cuerpo.

¿Cómo crees que se transporta?

*Fondo:*

Esquema del aparato circulatorio

*Botones:*

Sigue (*fotograma 15*)

## FOTOGRAMA 14D

*Texto:*

El Oxígeno que se aprovecha NO es el que forma la molécula de CO<sub>2</sub> presente en el sistema, de hecho hay bastante más Oxígeno molecular que CO<sub>2</sub> en el aire.

*Fondo:*

Ecuación de disociación de CO<sub>2</sub> tachada.

*Botones:*

Regresa (*fotograma 14*)

## FOTOGRAMA 14E

*Texto:*

El Oxígeno no puede transformarse en energía directamente, de ser así sería como un reactor atómico.

*Fondo:*

Imagen del hongo de una explosión nuclear

*Botones:*

Regresa (*fotograma 14*)

## FOTOGRAMA 15

*Texto:*

- Se disuelve en la sangre. *Botón "A" (fotograma 15A)*

- Es llevado en el interior de células. *Botón "B" (fotograma 15B)*

## FOTOGRAMA 15A

### REPETIR EL FOTOGRAMA 14A

*Botones:*

Regresa (*fotograma 15*)

## FOTOGRAMA 15B

*Texto:*

Tu sangre lleva millones de células llamadas Eritrocitos o Glóbulos rojos, que en su interior tienen una sustancia llamada Hemoglobina, a la cual se une el Oxígeno para ser transportado.

*Fondo:*

Fotografía de eritrocitos

*Botones:*

Sigue (*fotograma 16*)

## FOTOGRAMA 16

*Texto:*

Los Eritrocitos llevan Oxígeno a TODO tu cuerpo ya que viajan por TODOS tus vasos sanguíneos.

*Fondo:*

Imagen de eritrocito viajando por un vaso (animación)

*Botones:*

Sigue (fotograma 17)

## FOTOGRAMA 17

*Texto:*

Todas y cada una de los millones de células de tu cuerpo, necesitan Oxígeno. Cuando un eritrocito pasa cerca de ellas ¿Qué sucede?

*Botones:*

Sigue (fotograma 18)

## FOTOGRAMA 18

*Texto:*

- El Oxígeno pasa al interior de las células. Botón "A" (fotograma 18A)
- El Oxígeno limpia a las células. Botón "B" (fotograma 18B)
- El Oxígeno proporciona energía a las células. Botón "C" (fotograma 18C)

## FOTOGRAMA 18A

*Texto:*

El Oxígeno es empleado en el interior de tus células para participar en una serie de procesos químicos que producen la energía necesaria para que éstas lleven a cabo sus funciones.

*Fondo:*

Esquema del paso del O<sub>2</sub> a las células.

*Botones:*

Sigue (fotograma 19)

## FOTOGRAMA 18B

*Texto:*

El Oxígeno NO es un limpiador

*Fondo:*

Foto de un jabón tachado

*Botones:*

Regresa (fotograma 18)

## FOTOGRAMA 18C

### REPETIR FOTOGRAMA 14E

*Botones:*

Regresa (*fotograma 18*)

## FOTOGRAMA 19

*Texto:*

Las células de tu cuerpo que están relacionadas con el ejercicio físico, funcionan a una velocidad normal en condiciones normales, cuando haces un mayor esfuerzo físico, aumenta la demanda de Oxígeno.

*Fondo:*

Foto de niños a punto de iniciar una carrera

*Botones:*

Sigue (*fotograma 20*)

## FOTOGRAMA 20

*Texto:*

Y entonces, comienzas a respirar a una frecuencia mayor.

*Fondo:*

Foto de niños corriendo

*Botones:*

Sigue (*fotograma 21*)

## FOTOGRAMA 21

*Texto:*

Las reacciones químicas respiratorias en tus células, producen CO<sub>2</sub>, que no necesitan y deben desechar.

*Fondo:*

Esquema de la molécula de CO<sub>2</sub>

*Botones:*

Sigue (*fotograma 22*)

## FOTOGRAMA 22

*Texto:*

El CO<sub>2</sub> producido por tus células, también es transportado por la Hemoglobina de tus eritrocitos, que viajan hasta los pulmones, donde el CO<sub>2</sub> se intercambia por nuevas moléculas de Oxígeno.

*Fondo:*

Esquema del alvéolo intercambiando CO<sub>2</sub> por O<sub>2</sub>

*Botones:*

Sigue (*fotograma 23*)

## FOTOGRAMA 23

*Texto:*

El aire en los alvéolos, ahora rico en CO<sub>2</sub> es exhalado por tus pulmones hasta el ambiente.

*Fondo:*

Foto de una persona soplando

*Botones:*

¿Quieres repasar todo el proceso de nuevo? **Si** (fotograma 2), **No** (fotograma 24)

## FOTOGRAMA 24

*Texto:*

De la siguiente lista, escoge los eventos macroscópicos y los microscópicos, arrástralos al lugar que les corresponde:

- Los bronquios se comienzan a ramificar. (*Macroscópico*)
- Cuando haces ejercicio, respiras más de prisa. (*Macroscópico*)
- El Oxígeno pasa a los eritrocitos desde los alvéolos. (*Microscópico*)
- Los Bronquiolos terminan en los alvéolos. (*Microscópico*)
- El aire pasa por la nariz. (*Macroscópico*)
- Los alvéolos están rodeados por vasos capilares. (*Microscópico*)

*Fondo:*

Dos Recuadros uno dice MACROSCÓPICOS y el otro MICROSCÓPICOS, en cada uno de ellos se pueden acomodar tres eventos arrastrados de la lista superior, al acomodar los seis correctamente, automáticamente se pasa al Fotograma 25.

*Botones:*

¿Quieres repasar todo el proceso de nuevo? (fotograma 2)

## FOTOGRAMA 25

*Texto:*

Los siguientes eventos, también son macroscópicos y microscópicos, arrástralos al lugar que les corresponde:

- Inhalación. (*Macroscópico*)
- El oxígeno pasa a las células del cuerpo. (*Microscópico*)
- Exhalación. (*Macroscópico*)
- El aire pasa por la Tráquea y Bronquios. (*Macroscópico*)
- El Oxígeno es empleado por las células en reacciones químicas. (*Microscópico*)
- El CO<sub>2</sub> es desechado por las células. (*Microscópico*)

*Fondo:*

Dos Recuadros uno dice MACROSCÓPICOS y el otro MICROSCÓPICOS, en cada uno de ellos se pueden acomodar tres eventos arrastrados de la lista superior, al acomodar los seis correctamente, automáticamente se pasa al Fotograma 26.

*Botones:*

¿Quieres repasar todo el proceso de nuevo? (fotograma 2)

## FOTOGRAMA 26

*Texto:*

Ahora ordena los siguientes eventos, por orden de aparición, arrástralos hasta el sitio adecuado:

- Los bronquios se comienzan a ramificar. (4)
- El Oxígeno pasa a los eritrocitos desde los alvéolos. (7)
- Los Bronquiolos terminan en los alvéolos. (5)
- El aire pasa por la nariz. (2)
- Los alvéolos están rodeados por vasos capilares. (6)
- Inhalación. (1)
- El oxígeno pasa a las células del cuerpo. (8)
- Exhalación. (11)
- El aire pasa por la Tráquea y Bronquios. (3)
- El Oxígeno es empleado por las células en reacciones químicas. (9)
- El CO<sub>2</sub> es desechado por las células. (10)

*Fondo:*

Una columna a la izquierda con los textos anteriores y otra a la derecha con números del 1 al 11.

Cuando se ordena correctamente a los eventos automáticamente se pasa al fotograma 27

*Botones:*

¿Quieres repasar todo el proceso de nuevo? (fotograma 2)

## FOTOGRAMA 27

*Texto:*

¡FELICIDADES, HAS RESUELTO UN DILEMA!

*Fondo:*

Foto niños jugando

*Botones:*

Salir (salir del programa)

## Anexo 4

### Instrumento de medición.

COLEGIO MADRID A. C.

### CUESTIONARIO SOBRE RESPIRACIÓN.

MEDITA CON CUIDADO TU RESPUESTA, ES IMPORTANTE QUE ESTÉS SEGURO DE ELLA.

Nombre: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

#### Señala la respuesta correcta:

1.- Cuando corres, comienzas a respirar más rápido de lo que lo haces normalmente, ¿A qué crees que se debe?

- a) A que necesitas disminuir la temperatura de tu cuerpo.
- b) A que requieres más aire para limpiar tu cuerpo.
- c) A que necesitas más aire para obtener energía.
- d) A que el aire impulsa a tu cuerpo.

2.- Escoge cuál es la ruta que el aire sigue para entrar a tus pulmones.

- a) Nariz, bronquiolos, bronquios, tráquea, alvéolos.
- b) Nariz, tráquea, bronquios, bronquiolos, alvéolos.
- c) Nariz, tráquea, bronquiolos, bronquios, alvéolos.
- d) Nariz, bronquios, bronquiolos, tráquea, alvéolos.

3.- Tus alvéolos están rodeados por:

- a) Agua
- b) Eritrocitos
- c) Aire
- d) Vasos capilares

4.- En tus alvéolos ocurre un fenómeno importante, ¿Cuál es?

- a) El oxígeno del aire pasa a la sangre y el bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) a los alvéolos.
- b) El oxígeno se convierte en energía y bióxido de carbono.
- c) El oxígeno del bióxido de carbono, se separa de la molécula y pasa a la sangre.
- d) El oxígeno limpia a la sangre y le quita el bióxido de carbono.

5.- El oxígeno, es transportado de la siguiente manera:

- a) Es llevado como pequeñas burbujas.
- b) Se disuelve en la sangre.
- c) Es llevado por los eritrocitos.
- d) Es llevado por los glóbulos blancos.

6.- El oxígeno que entra a tu cuerpo es requerido por las siguientes células:

- a) Las del cerebro.
- b) Las del corazón.
- c) Las de la sangre.
- d) Las de todo el cuerpo.

7.- Cuando el oxígeno llega a tus células, sirve para:

- a) Convertirse en energía.
- b) Limpiar a la célula.
- c) Reaccionar con otras sustancias.
- d) Alimentar a la célula.

8.- ¿Qué se produce como desecho de la respiración?

- a) Bióxido de nitrógeno.
- b) Glucosa.
- c) Bióxido de carbono.
- d) Oxígeno.

9.- ¿Cómo se transporta el bióxido de carbono en la sangre?

- a) Es llevado como pequeñas burbujas.
- b) Se disuelve en la sangre.
- c) Es llevado por los eritrocitos.
- d) Es llevado por los glóbulos blancos.

10.- ¿Por donde sale el bióxido de carbono de tu cuerpo?

- a) Por la nariz en cada exhalación.
- b) Por la nariz en cada inhalación.
- c) Por la transpiración.
- d) Por los poros.

11.- Escoge los eventos macroscópicos (que se aprecian a simple vista) del proceso de respiración.

- a) Inhalación, el oxígeno es usado por las células, el oxígeno pasa a los eritrocitos.
- b) Los alvéolos son como racimos, el bióxido de carbono es desechado por las células, el oxígeno pasa a las células.
- c) El aire pasa por los bronquios, exhalación, Los bronquios se ramifican.
- d) Cuando haces ejercicio respiras más de prisa, el oxígeno reacciona con otras sustancias, los eritrocitos viajan por la sangre.

12.- Escoge los eventos microscópicos (que **no** se aprecian a simple vista) del proceso de respiración.

- a) Inhalación, el oxígeno es usado por las células, el oxígeno pasa a los eritrocitos.
- b) Los alvéolos son como racimos, el bióxido de carbono es desechado por las células, el oxígeno pasa a las células.
- c) El aire pasa por los bronquios, exhalación, Los bronquios se ramifican.
- d) Cuando haces ejercicio respiras más de prisa, el oxígeno reacciona con otras sustancias, los eritrocitos viajan por la sangre.

## Anexo 5

**Desarrollo de las pruebas de  $\chi^2$ , para comparar las calificaciones obtenidas por los grupos experimentales, entre el pretest y el postest, por pregunta.**

Hipótesis nula,  $H_0$ : No existe diferencia significativa entre las calificaciones obtenidas por los alumnos de la población experimental, entre el pretest y el postest, para la pregunta 1.

	Frecuencia absoluta		
	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta	
Pretest	83	17	100
Postest	90	10	100
	173	27	200

Grados de libertad.

$$gl = (\text{filas} - 1)(\text{columnas} - 1)$$

$$gl = (2 - 1)(2 - 1) = 1 \times 1 = 1$$

$\chi^2$  de tablas, 95 % de confiabilidad = **3.841**

$$\chi^2 = 200 [ (83)(10) - (17)(90) ]^2 / (100)(100)(173)(27)$$

$$\chi^2 = 200 [ (830) - (1530) ]^2 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 200 [ -700 ]^2 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 200 (490\,000) / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 98\,000\,000 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = \mathbf{2.098}$$

2.098 está en la región de aceptación ya que numéricamente es menor que 3.841, por lo tanto; la diferencia entre los resultados del pretest y el postest para la pregunta 1, no es significativa en el grupo.

Hipótesis nula,  $H_0$ : No existe diferencia significativa entre las calificaciones obtenidas por los alumnos de la población experimental, entre el pretest y el postest, para la pregunta 2.

	Frecuencia absoluta		
	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta	
Pretest	66	34	100
Postest	98	2	100
	164	36	200

Grados de libertad.

$$gl = (\text{filas} - 1)(\text{columnas} - 1)$$

$$gl = (2 - 1)(2 - 1) = 1 \times 1 = 1$$

$\chi^2$  de tablas, 95 % de confiabilidad = **3.841**

$$\chi^2 = 200 [ (66)(2) - (34)(98) ]^2 / (100)(100)(164)(36)$$

$$\chi^2 = 200 [ (132) - (3332) ]^2 / 59040000$$

$$\chi^2 = 200 [ - 3200 ]^2 / 59\ 040\ 000$$

$$\chi^2 = 200 (10\ 240\ 000) / 59\ 040\ 000$$

$$\chi^2 = 2\ 048\ 000\ 000 / 59\ 040\ 000$$

$$\chi^2 = \mathbf{34.688}$$

34.688 está en la región de rechazo ya que numéricamente es mayor que 3.841, por lo tanto; la diferencia entre los resultados del pretest y el postest para la pregunta 2, es significativa en el grupo.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Hipótesis nula,  $H_0$ : No existe diferencia significativa entre las calificaciones obtenidas por los alumnos de la población experimental, entre el pretest y el postest, para la pregunta 3.

	Frecuencia absoluta		
	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta	
Pretest	83	17	100
Postest	90	10	100
	173	27	200

Grados de libertad.

$$gl = (\text{filas} - 1)(\text{columnas} - 1)$$

$$gl = (2 - 1)(2 - 1) = 1 \times 1 = 1$$

$\chi^2$  de tablas, 95 % de confiabilidad = **3.841**

$$\chi^2 = 200 [ (83)(10) - (17)(90) ]^2 / (100)(100)(173)(27)$$

$$\chi^2 = 200 [ (830) - (1530) ]^2 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 200 [ -700 ]^2 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 200 (490\,000) / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 98\,000\,000 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = \mathbf{2.098}$$

2.098 está en la región de aceptación ya que numéricamente es menor que 3.841, por lo tanto; la diferencia entre los resultados del pretest y el postest para la pregunta 3, no es significativa en el grupo.

Hipótesis nula,  $H_0$ : No existe diferencia significativa entre las calificaciones obtenidas por los alumnos de la población experimental, entre el pretest y el postest, para la pregunta 4.

	Frecuencia absoluta		
	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta	
Pretest	83	17	100
Postest	90	10	100
	173	27	200

Grados de libertad.

$$gl = (\text{filas} - 1)(\text{columnas} - 1)$$

$$gl = (2 - 1)(2 - 1) = 1 \times 1 = 1$$

$\chi^2$  de tablas, 95 % de confiabilidad = **3.841**

$$\chi^2 = 200 [ (83)(10) - (17)(90) ]^2 / (100)(100)(173)(27)$$

$$\chi^2 = 200 [ (830) - (1530) ]^2 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 200 [ -700 ]^2 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 200 (490\,000) / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 98\,000\,000 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = \mathbf{2.098}$$

2.098 está en la región de aceptación ya que numéricamente es menor que 3.841, por lo tanto; la diferencia entre los resultados del pretest y el postest para la pregunta 4, no es significativa en el grupo.

Hipótesis nula,  $H_0$ : No existe diferencia significativa entre las calificaciones obtenidas por los alumnos de la población experimental, entre el pretest y el postest, para la pregunta 5.

	Frecuencia absoluta		
	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta	
Pretest	83	17	100
Postest	90	10	100
	173	27	200

Grados de libertad.

$$gl = (\text{filas} - 1)(\text{columnas} - 1)$$

$$gl = (2 - 1)(2 - 1) = 1 \times 1 = 1$$

$\chi^2$  de tablas, 95 % de confiabilidad = **3.841**

$$\chi^2 = 200 [ (83)(10) - (17)(90) ]^2 / (100)(100)(173)(27)$$

$$\chi^2 = 200 [ (830) - (1530) ]^2 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 200 [ -700 ]^2 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 200 (490\,000) / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 98\,000\,000 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = \mathbf{2.098}$$

2.098 está en la región de aceptación ya que numéricamente es menor que 3.841, por lo tanto; la diferencia entre los resultados del pretest y el postest para la pregunta 5, no es significativa en el grupo.

Hipótesis nula,  $H_0$ : No existe diferencia significativa entre las calificaciones obtenidas por los alumnos de la población experimental, entre el pretest y el posttest, para la pregunta 6.

	Frecuencia absoluta		
	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta	
Pretest	83	17	100
Postest	90	10	100
	173	27	200

Grados de libertad.

$$gl = (\text{filas} - 1)(\text{columnas} - 1)$$

$$gl = (2 - 1)(2 - 1) = 1 \times 1 = 1$$

$\chi^2$  de tablas, 95 % de confiabilidad = **3.841**

$$\chi^2 = 200 [ (83)(10) - (17)(90) ]^2 / (100)(100)(173)(27)$$

$$\chi^2 = 200 [ (830) - (1530) ]^2 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 200 [ -700 ]^2 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 200 (490\,000) / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 98\,000\,000 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = \mathbf{2.098}$$

2.098 está en la región de aceptación ya que numéricamente es menor que 3.841, por lo tanto; la diferencia entre los resultados del pretest y el posttest para la pregunta 6, no es significativa en el grupo.

Hipótesis nula,  $H_0$ : No existe diferencia significativa entre las calificaciones obtenidas por los alumnos de la población experimental, entre el pretest y el postest, para la pregunta 7.

	Frecuencia absoluta		
	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta	
Pretest	83	17	100
Postest	90	10	100
	173	27	200

Grados de libertad.

$$gl = (\text{filas} - 1)(\text{columnas} - 1)$$

$$gl = (2 - 1)(2 - 1) = 1 \times 1 = 1$$

$\chi^2$  de tablas, 95 % de confiabilidad = **3.841**

$$\chi^2 = 200 [ (83)(10) - (17)(90) ]^2 / (100)(100)(173)(27)$$

$$\chi^2 = 200 [ (830) - (1530) ]^2 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 200 [ -700 ]^2 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 200 (490\,000) / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 98\,000\,000 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = \mathbf{2.098}$$

2.098 está en la región de aceptación ya que numéricamente es menor que 3.841, por lo tanto; la diferencia entre los resultados del pretest y el postest para la pregunta 7, no es significativa en el grupo.

Hipótesis nula,  $H_0$ : No existe diferencia significativa entre las calificaciones obtenidas por los alumnos de la población experimental, entre el pretest y el postest, para la pregunta 8.

	Frecuencia absoluta		
	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta	
Pretest	83	17	100
Postest	90	10	100
	173	27	200

Grados de libertad.

$$gl = (\text{filas} - 1)(\text{columnas} - 1)$$

$$gl = (2 - 1)(2 - 1) = 1 \times 1 = 1$$

$\chi^2$  de tablas, 95 % de confiabilidad = **3.841**

$$\chi^2 = 200 [ (83)(10) - (17)(90) ]^2 / (100)(100)(173)(27)$$

$$\chi^2 = 200 [ (830) - (1530) ]^2 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 200 [ -700 ]^2 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 200 (490\,000) / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 98\,000\,000 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = \mathbf{2.098}$$

2.098 está en la región de aceptación ya que numéricamente es menor que 3.841, por lo tanto; la diferencia entre los resultados del pretest y el postest para la pregunta 8, no es significativa en el grupo.

Hipótesis nula,  $H_0$ : No existe diferencia significativa entre las calificaciones obtenidas por los alumnos de la población experimental, entre el pretest y el postest, para la pregunta 9.

	Frecuencia Absoluta		
	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta	
Pretest	83	17	100
Postest	90	10	100
	173	27	200

Grados de libertad.

$$gl = (\text{filas} - 1)(\text{columnas} - 1)$$

$$gl = (2 - 1)(2 - 1) = 1 \times 1 = 1$$

$\chi^2$  de tablas, 95 % de confiabilidad = **3.841**

$$\chi^2 = 200 [ (83)(10) - (17)(90) ]^2 / (100)(100)(173)(27)$$

$$\chi^2 = 200 [ (830) - (1530) ]^2 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 200 [ -700 ]^2 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 200 (490\,000) / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 98\,000\,000 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = \mathbf{2.098}$$

2.098 está en la región de aceptación ya que numéricamente es menor que 3.841, por lo tanto; la diferencia entre los resultados del pretest y el postest para la pregunta 9, no es significativa en el grupo.

Hipótesis nula,  $H_0$ : No existe diferencia significativa entre las calificaciones obtenidas por los alumnos de la población experimental, entre el pretest y el postest, para la pregunta 10.

	Frecuencia Absoluta		
	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta	
Pretest	83	17	100
Postest	90	10	100
	173	27	200

Grados de libertad.

$$gl = (\text{filas} - 1)(\text{columnas} - 1)$$

$$gl = (2 - 1)(2 - 1) = 1 \times 1 = 1$$

$\chi^2$  de tablas, 95 % de confiabilidad = **3.841**

$$\chi^2 = 200 [(83)(10) - (17)(90)]^2 / (100)(100)(173)(27)$$

$$\chi^2 = 200 [(830) - (1530)]^2 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 200 [-700]^2 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 200 (490\,000) / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 98\,000\,000 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = \mathbf{2.098}$$

2.098 está en la región de aceptación ya que numéricamente es menor que 3.841, por lo tanto; la diferencia entre los resultados del pretest y el postest para la pregunta 10, no es significativa en el grupo.

Hipótesis nula,  $H_0$ : No existe diferencia significativa entre las calificaciones obtenidas por los alumnos de la población experimental, entre el pretest y el postest, para la pregunta 11.

	Frecuencia Absoluta		
	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta	
Pretest	83	17	100
Postest	90	10	100
	173	27	200

Grados de libertad.

$$gl = (\text{filas} - 1)(\text{columnas} - 1)$$

$$gl = (2 - 1)(2 - 1) = 1 \times 1 = 1$$

$\chi^2$  de tablas, 95 % de confiabilidad = **3.841**

$$\chi^2 = 200 [ (83)(10) - (17)(90) ]^2 / (100)(100)(173)(27)$$

$$\chi^2 = 200 [ (830) - (1530) ]^2 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 200 [ -700 ]^2 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 200 (490\,000) / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 98\,000\,000 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = \mathbf{2.098}$$

2.098 está en la región de aceptación ya que numéricamente es menor que 3.841, por lo tanto; la diferencia entre los resultados del pretest y el postest para la pregunta 11, no es significativa en el grupo.

Hipótesis nula,  $H_0$ : No existe diferencia significativa entre las calificaciones obtenidas por los alumnos de la población experimental, entre el pretest y el postest, para la pregunta 12.

	Frecuencia Absoluta		
	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta	
Pretest	83	17	100
Postest	90	10	100
	173	27	200

Grados de libertad.

$$gl = (\text{filas} - 1)(\text{columnas} - 1)$$

$$gl = (2 - 1)(2 - 1) = 1 \times 1 = 1$$

$\chi^2$  de tablas, 95 % de confiabilidad = **3.841**

$$\chi^2 = 200 [ (83)(10) - (17)(90) ]^2 / (100)(100)(173)(27)$$

$$\chi^2 = 200 [ (830) - (1530) ]^2 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 200 [ -700 ]^2 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 200 (490\,000) / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = 98\,000\,000 / 46\,710\,000$$

$$\chi^2 = \mathbf{2.098}$$

2.098 está en la región de aceptación ya que numéricamente es menor que 3.841, por lo tanto; la diferencia entre los resultados del pretest y el postest para la pregunta 12, no es significativa en el grupo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- (1975), *Enciclopedia General de Educación*, Editorial Océano. México.
- (1993), *Plan y programas de estudio 1993*, 2ª. Edición, Secretaría de Educación Pública, México.
- (2003), *La enseñanza de la Biología en la escuela secundaria. Tabla de especificaciones*, Subsecretaría de Educación Básica y Normal, Coordinación General de Actualización y Capacitación para Maestros de Educación Básica. PRONAP, SEP. [www.sep.gob.mx](http://www.sep.gob.mx) México.
- Alexander, P., et. al., (1992) *Biología*, Editorial Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Ausubel, D., (2002) *Adquisición y retención del conocimiento, una perspectiva cognitiva*, Editorial PAIDÓS, España.
- Barrón, A., (1993) Aprendizaje por descubrimiento: Principios y aplicaciones inadecuadas, *Enseñanza de las ciencias*, 11 (1), 3-11, España.
- Bello, S., (2004) Ideas previas y cambio conceptual, *Educación Química*, 15 (3), 210-217, México.
- Biggs, A., Kapicka, CH., Lundgren, L., (2000) *Biología. La dinámica de la vida*, McGRAW-HILL Interamericana Editores, S.A. de C.V. México.
- Bleker, J., (2003), La medicina como ciencia y la patología celular, En: Cortina, L., Fenollosa, R., (Coordinadores), *Crónica de la Medicina*, Tercera edición, Intersistemas, S.A. de C.V., 284-339, México.
- Bonbuir, J., (1974), *El método de los tests*, en *Pedagogía*, Ediciones Morova S.C., Madrid, España.
- Cabero, J., (2001) *Tecnología educativa. Diseño y utilización de medios en la enseñanza*, Editorial PAIDÓS, Barcelona, España.
- Cabero, J., Duarte, A., (2000) La investigación sobre medios audiovisuales, informáticos y nuevas tecnologías. En: Cabero, J., Martínez, F., Salinas, J., (Coordinadores), *Medios audiovisuales y nuevas tecnologías para la formación en el siglo XXI*, Diego Marín, Librero Editor, 2ª. Edición, 259-275, Murcia, España.
- Campbell, N., Mitchell, L., Reece, J., (2001) *Biología. Conceptos y Relaciones*, Tercera edición, Editorial Pearson Educación, México.

- Cañal, P., Ballesteros, C., Merino, J., (2004) Dificultades de los equipos de profesores en el diseño de unidades didácticas, Un material de apoyo multimedia, *Investigación en la escuela*, vol.52, 57-67, Sevilla, España.
- Cañelas, A., (1994), Tecnología, educación y conocimiento virtual, *Revista de Tecnología y Comunicación Educativas*, 9 (23), 53-85, España.
- Carreras, C., (2003), *Aprender a formar. Educación y procesos formativos*, Editorial PAIDÓS, Barcelona, España.
- Castillejos, A., (2004) Un esfuerzo institucional de actualización de profesores del bachillerato, *Educación Química*, 15 (1), 24-31, México.
- Coll, C., et. al., (1992) *Los contenidos de la reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*, Editorial Santillana, Madrid, España.
- Cubero, M., Santamaría, A., (2001) La reflexión sobre el propio lenguaje como recurso didáctico en las aulas, *Investigación en la escuela*, vol.45, 77-87, Sevilla, España.
- Curtis, H., Barnes, N., (2001) *Biología*, 6ª. Edición, Editorial Médica Panamericana, España.
- Chamizo, J., (2004), La formación de profesores en México. Recuento de una utopía, *Educación Química*, 15 (1), 32-39, México.
- Daniel, W., (2004) *Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud*, LIMUSA WILEY, Cuarta edición, México.
- De Anda, A., Cervantes, M., Islas, E., Ríos, J., Una estrategia de enseñanza para el tema "Calor y Temperatura" asistida por computadora, En: *Experiencias exitosas en el aula S.E.P.*, ([www.ssedf.sep.gob.mx/apoyo\\_tecnologico/practicas\\_tecnologicas/archivos/relacion\\_experiencias\\_2004.pdf](http://www.ssedf.sep.gob.mx/apoyo_tecnologico/practicas_tecnologicas/archivos/relacion_experiencias_2004.pdf)), revisión hecha en 2004.
- Delval, J., (2001), Vygotski y Piaget sobre la formación del conocimiento, *Investigación en la Escuela*, No. 43 Sep-Dic., Madrid, España.
- Downie, N., Heath, R., (1973) *Métodos estadísticos aplicados*, Editorial HARLA, México.
- Fernández, P., (1979) *Evaluación y cambio educativo: El fracaso escolar*, Ediciones Morata, S.A., Madrid, España.
- Flores, F., (2004) El cambio conceptual: interpretaciones, transformaciones y perspectivas, *Educación Química*, 15 (3), 256-269, México.

- Gallegos-Cázares, L., Garriz-Ruiz, A., (2004) Representación continua y discreta de la materia en estudiantes de Química, *Educación Química*, 15 (3), 234-242, México.
- Gallegos, L., Irazoque, G., (2002), La enseñanza de las ciencias en entornos tecnológicos, En: Ortiz, E., (coordinadora), *Retos y perspectivas de las Ciencias Naturales en la Escuela Secundaria*, Biblioteca para la actualización del maestro, S.E.P., 79-102, México.
- García, M., Moro, L., (2004) Revisión crítica de los libros de texto de ciencias naturales utilizados en las escuelas de enseñanza general básica, *Educación Química*, 15 (3), 281-285, México.
- George, K., Dietz, Abraham, (1977), *La enseñanza de las ciencias naturales, un enfoque experimental para la educación básica*, Ediciones Aula XXI, Educación Abierta/Santillana. Madrid, España.
- George, K., Dietz, Abraham, Nelson, (1977), *Las ciencias naturales en la educación básica, Fundamentos y métodos*, Ediciones Aula XXI, Educación Abierta/Santillana. Madrid, España.
- Gil, D., Vilches, A., (2004), La formación del profesorado de ciencias de secundaria y de universidad. La necesaria superación de algunos mitos bloqueadores, *Educación Química*, 15 (1), 43-51, México.
- Guevara, M., y Valdez, R., (2004) Los modelos en la enseñanza de la Química: algunas de las dificultades asociadas a su enseñanza y a su aprendizaje, *Educación Química*, 15 (3), 243-247, México.
- Guruceaga, A., González, G., (2004) Aprendizaje significativo y educación ambiental: Análisis de los resultados de una práctica fundamentada teóricamente, *Enseñanza de las ciencias*, 22 (1), 115-136, España.
- Hau, F., (2003), Tradición cristiana y medicina árabe, En: Cortina, L., Fenollosa, R., (Coordinadores), *Crónica de la Medicina*, Tercera edición, Intersistemas, S.A. de C.V., 63-120, México.
- (<http://escuela.med.puc.cl/publ/HistoriaMedicina/IlustracionQuimica.html>). Escuela de medicina, Universidad de Chile, revisión hecha en el año de 2004.
- (<http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/preconceptos.htm/caracteristicas>). Página de ideas previas, revisión hecha en el año de 2004.
- Kimball, J., (1986) *Biología*, 4ª. Edición, Editorial Addison-Wesley Iberoamericana, México.

- Lehninger, A., (1979) *Bioquímica*, Segunda edición, Ediciones Omega, Barcelona, España.
- Macías-Valadez, G., (1995) *Desarrollo infantil 2. Estructura de la fantasía en el niño*, Editorial Trillas, México.
- Maul, S., Westendorf, W., (2003), Primeras teorías medicas: Entre la magia y la razón, En: Cortina, L., Fenollosa, R., (Coordinadores), *Crónica de la Medicina*, Tercera edición, Intersistemas, S.A. de C.V., 16-33, México.
- Membiola, P., Cid, M., (1998) Desarrollo de una unidad didáctica centrada en la alimentación humana, social y culturalmente contextualizada, *Enseñanza de las ciencias*, 16 (3), 499-511, España.
- Membiola, P., (1997) Una revisión del movimiento educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad, *Enseñanza de las ciencias*, 15 (1), 51-57, España.
- Miras, M., (1997), Un punto de partida para el aprendizaje de nuevos contenidos: Los conocimientos previos, En: Coll, C., et. al., *El constructivismo en el aula*, Sexta edición, Editorial Graó, 47-64, Barcelona, España.
- Newman, G., Newman, J., (1991). *Desarrollo del niño*. Noriega-Limusa, México.
- Pessoa, A., (2004) Formación de profesores: es necesario que la Didáctica de las Ciencias incluya la Práctica de la Enseñanza, *Educación Química*, 15 (1), 16-23, México.
- Rodríguez-Moneo, M., Aparicio, J., (2004) Los estudios sobre el cambio conceptual y la enseñanza de las ciencias, *Educación Química*, 15 (3), 270-280, México.
- Sánchez, G., De Pro Bueno, A., Valcárcel, P., (1997) La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: El estudio de las disoluciones en la Educación secundaria, *Enseñanza de las ciencias*, 15 (1), 35-50, España.
- Sánchez, G., Valcárcel, M., (1993) Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales, *Enseñanza de las ciencias*, 11 (1), 33-44, España.
- Schott, H., (2003), Prefacio, En: Cortina, L., Fenollosa, R., (Coordinadores), *Crónica de la Medicina*, Tercera edición, Intersistemas, S.A. de C.V., 5-9, México.
- Shubert, Ch., (2003), Grecia y la medicina europea, En: Cortina, L., Fenollosa, R., (Coordinadores), *Crónica de la Medicina*, Tercera edición, Intersistemas, S.A. de C.V., 34-62, México.
- Shulman, L., (1974) *Aprendizaje por descubrimiento*, Editorial Trillas, México.

- Solé, I., Coll, C., (1997), Disponibilidad para el aprendizaje y sentido del aprendizaje, En: Coll, C., et. al., *El constructivismo en el aula*, Sexta edición, Editorial Graó, 25-46, Barcelona, España.
- Strike, K., Posner, G., (1985) A conceptual change view of learning and understanding, En: West, L., Pines, L., (Editores), *Cognitive structure and conceptual change*, Academic Press, 211-231.
- Stryer, L., Berg, M., Tymoczko, J., (2002) *Bioquímica*, Quinta Edición, Editorial Reverté, España.
- Sutton, C., (2003) Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje, *Enseñanza de las ciencias*, 21 (1), 21-25, España.
- VIRTUALIA, (1997-1998), "Cibercultura y nuevas tecnologías", en: *suplemento de La Jornada*, México.
- Von Engelhardt, D., (2003) Entre la filosofía natural y la experimentación, En: Cortina, L., Fenollosa, R., (Coordinadores), *Crónica de la Medicina*, Tercera edición, Intersistemas, S.A. de C.V., 249-283, México.
- Vygotski, L., (1988), *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*, Editorial Grijalbo, México.
- Winau, R., (2003), Ascensión y crisis de la medicina moderna, En: Cortina, L., Fenollosa, R., (Coordinadores), *Crónica de la Medicina*, Tercera edición, Intersistemas, S.A. de C.V., 340-476, México.