



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

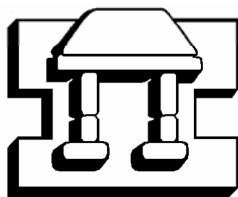
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA  
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

**“Evaluación de multimedia como una estrategia de  
aprendizaje en el tema:  
¿Cómo se explica el origen de la diversidad a través del  
metabolismo?”**

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA  
SUPERIOR CON ESPECIALIDAD EN BIOLOGÍA

PRESENTA  
JUAN CARLOS PÉREZ VERTTI ROJAS

DIRECTOR DE TESIS: DR. IGNACIO PEÑALOSA CASTRO



IZTACALA

LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO

MAYO DE 2007





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Ignacio Peñalosa Castro por la dirección de este trabajo, por los consejos, el apoyo y el estímulo constante que supo darme a lo largo de la realización de este proyecto.

A la Dra. Patricia Covarrubias Papahiu; al Dr. Arturo Silva Rodríguez; a la M. en C. Maria Eugenia Heres y Pulido; al Mtro. Eduardo Peñalosa Castro por sus acertadas sugerencias en la revisión y corrección de este trabajo.

Al Dr. Sergio Cházaro Olvera y a todos aquellos profesores de la Maestría que se esmeraron por compartir sus conocimientos y que se preocuparon por la formación de sus alumnos, mi profundo agradecimiento y un reconocimiento a su trabajo.

A la Dra. Pilar Castillo y a la señorita Alejandra Orozco porque sin su labor los estudiantes de posgrado no llegaríamos a buen puerto.

En particular a la Mtra. Cecilia Ortiz Antonio por todo su apoyo y su colaboración en el desarrollo del programa multimedia "Respiración".

A los profesores Lilia Muñoz Barrueta; Victor Diaz Garcés; Irma Castelán Sánchez y Mario Miranda Herrera, por compartir horas de trabajo en la formación de los alumnos y por sus interesantes comentarios y valiosos apoyos para la realización de este trabajo.

A la profesora Biol. Angélica Galnares Campos, directora del CCH plantel Naucalpan, por impulsar la preparación de su cuerpo docente.

Para todos mis compañeros de la MADEMS, quienes hicieron del posgrado una maravillosa estancia por sus excelentes manifestaciones de cariño y apoyo.

## DEDICATORIA



A la memoria de mi padre Pedro Pérez Vertti Martínez, el cual estaría orgulloso acompañándome si pudiera.

Para Teresa, la mujer que desde que me hizo llegar a este mundo, me ha mostrado la ruta que debo seguir, gracias por tu aliento mamá.

A mi hijo Pedro, el cual representa el presente y el futuro de mi esfuerzo, y a Guadalupe, la mujer que ha decidido acompañarme por el camino que la vida me trace.

A mis hermanos, los cuales en esta etapa de la vida estamos más unidos y más fuertes que nunca.

## ÍNDICE

Resumen

- 1.1 Introducción
- 1.2 Antecedentes
- 1.3 Problema de investigación
- 1.4 Objetivos
- 1.5 Justificación
- 1.6 Estructura de la tesis

### Capítulo I

### Capítulo II

## 2. Marco teórico

### 2.1 Contexto histórico-social

- 2.1.1 La educación media superior
- 2.1.2 La educación media superior en América Latina y México
- 2.1.3 El bachillerato de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM
  - 2.1.3.1 Los alumnos
  - 2.1.3.2 Los profesores
  - 2.1.3.3 Interacción docente-alumno
  - 2.1.3.4 Áreas en las que está organizado
  - 2.1.3.5 Nociones básicas del área de Ciencias Experimentales
  - 2.1.3.6 Papel que cumple la materia de Biología dentro del Plan de estudios actualizado (2004)
  - 2.1.3.7 Mapa curricular de cómo se apoyan e integran los contenidos de la asignatura de biología
    - 2.1.3.7.1 Los seres vivos y la energía
    - 2.1.3.7.2 El flujo de energía
    - 2.1.3.7.3 Metabolismo
      - 2.1.3.7.3.1 Enzimas
      - 2.1.3.7.3.2 El ATP
      - 2.1.3.7.3.3 Reacciones de oxido-reducción
      - 2.1.3.7.3.4 Glucólisis y respiración
        - 2.1.3.7.3.4.1 Oxidación de la glucosa
        - 2.1.3.7.3.4.2 Glucólisis
        - 2.1.3.7.3.4.3 Las vías bioquímicas aeróbicas
        - 2.1.3.7.3.4.4 Las vías bioquímicas anaerobias
      - 2.1.3.7.3.5 Rendimiento energético global de la respiración
      - 2.1.3.7.3.6 Regulación de la glucólisis y la respiración
      - 2.1.3.7.3.7 Otras vías catabólicas y anabólicas

### 2.2 Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación

- 2.2.1 Multimedia
- 2.2.2 Características del multimedia

- 2.2.3 Aplicación de multimedia en los procesos educativos
- 2.2.4 Los multimedia como material didáctico

### Capítulo III

- 3.1 La investigación cualitativa como enfoque teórico metodológico
  - 3.1.1 Metodología de la investigación
    - 3.1.1.1 Características de la Investigación acción
    - 3.1.1.2 Pasos de la investigación acción
    - 3.1.1.3 Tipos de aplicación de la investigación acción
- 3.2 Procedimiento para la producción del software
  - 3.2.1 Fase I: Análisis
  - 3.2.2 Fase II: Diseño
- 3.3 Análisis e interpretación de resultados
  - 3.3.1 Realización de la investigación
  - 3.3.2 Características del cuestionario utilizado
  - 3.3.3 Esquema de trabajo
    - 3.3.3.1 Primer ciclo
    - 3.3.3.2 Resultados del primer ciclo
    - 3.3.3.3 Segundo ciclo
    - 3.3.3.4 Resultados del segundo ciclo
      - 3.3.3.4.1 Etapa de pretest
      - 3.3.3.4.2 Etapa de uso del disco multimedia o postest
      - 3.3.3.4.3 Etapa de permanencia
      - 3.3.3.4.4 Análisis del aprendizaje de acuerdo al tipo de pregunta
        - 3.3.3.4.4.1 Conocimiento
        - 3.3.3.4.4.2 Comprensión
        - 3.3.3.4.4.3 Aplicación
        - 3.3.3.4.4.4 Análisis
        - 3.3.3.4.4.5 Síntesis
  - 3.3.4 Consideraciones finales

### Capítulo IV

- 4. Conclusiones
  - 4.1 Conclusiones del trabajo
  - 4.2 Conclusiones integrales
  - 4.3 Bibliografía
- Anexos

## **Resumen**

El presente estudio caso, realizado bajo el enfoque de la investigación acción, tuvo como propósito elaborar y probar un programa multimedia específico para estudiantes de Biología III del quinto semestre del Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM, que responde a los contenidos del programa de la asignatura, basado en un ambiente interactivo y amigable, con el fin de apoyar el trabajo docente y facilitar el aprendizaje de los alumnos, en un tema que les es tan complejo y abstracto como la respiración metabólica. Se fundamentó en la teoría constructivista del aprendizaje, así como también en los aspectos relativos a la producción de software de las herramientas de autor. Actualmente el tema de la construcción del conocimiento mediante el uso de herramientas computarizadas cada día tiene mayor incidencia en el desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que los alumnos se sienten interesados por esta estrategia de enseñanza y que de acuerdo al la taxonomía de Bloom han adquirido un alto nivel de aprendizaje, por lo que se propone integrar el material multimedia a la comunidad del CCH.

## Capítulo I

El presente trabajo surge como resultado de la necesidad, como profesor de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), de proponer alternativas que ayuden a nuestros alumnos a entender temas, que por su naturaleza, les son abstractos y de difícil asimilación. La experiencia me ha señalado que uno de esos contenidos<sup>1</sup> complicados lo es el tema de Respiración, por su alto contenido de fórmulas químicas y por el nivel de abstracción que se requiere para ubicarlo en la complejidad funcional y estructural de la célula.

Los conceptos centrales del metabolismo, lejos de ser comprendidos, tienden a ser memorizados por los estudiantes previo a las evaluaciones correspondientes, lo que da muestra que los alumnos actúan pasivamente siendo meros receptores de información. Como señala Ausbel (1989), la diferencia entre aprendizaje por recepción y por descubrimiento radica en que, en el primero el contenido total de lo que se va a aprender se le presenta al alumno en su forma final, mientras que en el segundo el alumno debe descubrirlo antes de que pueda incorporar lo significativo de la tarea a su estructura cognoscitiva. Por lo que tal vez la forma en la que se explican los contenidos sea la causa que produzca el poco entendimiento del tema. Sea memoria o recepción, el aprendizaje de la respiración metabólica no les es significativo a los alumnos y por ello la información es asumida de manera arbitraria.

Por otro lado, la misma observación empírica indica que los estudiantes actuales son personas acostumbradas al uso de medios y están más familiarizados con la tecnología; que sus sentidos más explotados por estos medios son el visual y el auditivo, y que su forma de vida está más cerca del interactuar que el de recibir pasivamente, como sucede en la mayoría de las clases en el CCH.

Por lo anterior en esta tesis se plantea el uso de los discos denominados "multimedia" como una estrategia que apoye, por un lado, a los profesores a enseñar el tema anteriormente señalado, y por el otro, a los estudiantes para facilitar su aprendizaje.

Una de las particularidades para la elaboración de este trabajo fue la experiencia adquirida en mi labor docente dentro del CCH, lo que me permitió discutir y analizar la función del proceso de enseñanza-aprendizaje y su instrumentación en el desarrollo de la tesis, y que sirvió como base para poder proponer esta estrategia como una de las actividades docentes, debido a que las diligencias sugeridas en el programa de Biología III no son muy innovadoras con respecto a las que siguen practicando la mayoría de los profesores en el Colegio. Biggs señala (1989, en González-Pineda 2002): "la clave de la enseñanza está en la facilitación del aprendizaje".

### 1.2 Antecedentes

---

<sup>1</sup> De acuerdo a García Cortés (1999: p.6), se denomina contenido, al conjunto de saberes o formas culturales cuya asimilación y apropiación por los alumnos se considera esencial para su desarrollo y socialización.



La práctica docente desempeñada día con día y la búsqueda de información, han mostrado que existen temas que les son difíciles de aprehender a los alumnos por su alto grado de abstracción. Conceptos matemáticos, químicos, etc., no son del dominio de nuestros alumnos (con sus honorables excepciones). En biología los temas referentes al metabolismo son un claro ejemplo de esta situación, en la que el estudiante se enfrenta a un escenario alejado de su orbe habitual y tangible, por lo que requiere de todo tipo de apoyos didácticos que le permitan comprender lo que se le está enseñando.

Sobre el aprendizaje de aspectos bioquímicos un estudio realizado en Argentina (Salim, 2006), mostró que los resultados confirman las hipótesis y conclusiones de muchos autores mencionados en ese trabajo, respecto a:

- la existencia de una asociación entre motivación y uso de estrategias,
- la importancia de la implicación del estudiante en su propio proceso de aprendizaje y
- la influencia del contexto en la determinación de los enfoques de aprendizaje.

En otro estudio realizado en España (García, 2006), se analizaron las representaciones que tienen los alumnos del bachillerato de la respiración celular encontrando que

...a nivel de las células –donde se lleva a cabo el metabolismo celular– supone un engranaje que a la mayoría de nuestros alumnos les cuesta llegar a entender; uniéndole, además, la falta de motivación de la que gozan, causada entre otros factores, por el papel pasivo a que los sometemos y al excesivo protagonismo del profesor ambiente en el que se desarrolla nuestra enseñanza hoy en día.

Para combatir estas problemáticas, se sugiere la elaboración de estrategias y materiales didácticos de muy diversas modalidades. La palabra "multimedia" en educación ha sido utilizada desde mucho antes que fuera incorporado al léxico de los soportes comunicativos. Se hablaba de programas de enseñanza multimedia que utilizaban la radio, la televisión y la prensa para alfabetizar o enseñar idiomas. También los paquetes multimedia de uso didáctico incluían cintas de audio junto a materiales impresos y audiovisuales con contenidos instructivos como cursos de idiomas, contabilidad, etc. (Bartolomé, 1994).

Los medios audiovisuales fueron introducidos en nuestro país en la década de los setenta en nuestro país como herramienta de apoyo en el proceso educativo. El primer medio en incorporarse a un salón de clases fue, sin lugar a dudas, el sistema de diapositivas sincronizadas con audio, el famoso audiovisual, que en la década de los ochenta alcanzó su máximo desarrollo. Posteriormente se fueron incorporando otro tipo de tecnología como lo son: televisores, cámaras de video, y videocaseteras, además de todo un equipo humano necesario para su funcionamiento (Miranda, 1998).

En esa misma década, se introducen al sistema escolarizado las primeras computadoras personales (PC) como producto del avance tecnológico que se dio en los últimos años, provocando un auge en el manejo y acceso a la información.

Actualmente el uso más extendido de "multimedia" es para referirse a sistemas integrados computarizados que soportan mensajes textuales, audiovisuales, etc. La combinación de diferentes medios, enlazados a través de un programa en la computadora, nos permite apoyar, de otra manera, el proceso educativo. Por sus características visuales y de interactividad es de gran atracción para los alumnos.

Todo centro dedicado a la enseñanza se convierte en un lugar ideal para la aplicación práctica de la multimedia, debido a su naturaleza esencialmente formativa y comunicativa, es allí donde su uso puede generar grandes beneficios a corto y largo plazo para todos (Ibidem, 1998).

Por lo anterior, cada vez más educadores encuentran que la aplicación de programas multimedia, representan una eficiente herramienta técnica que está siendo incorporada en forma paulatina en los procesos educativos.

Las instituciones educativas están entrando decididamente en el mundo multimedia, prácticamente todas las universidades del mundo tienen su página red, más o menos sofisticada dependiendo de sus dimensiones y de su enfoque (cuanto más tecnológica, más Internet). La información presentada es muy amplia y variada. Por un lado se informa de las divisiones, facultades, departamentos, cursos, profesores, etc., lo cual no deja de ser una extensión de la información que ya estaba disponible en papel. Recientemente hemos visto también cómo algunas universidades están utilizando la red (web) como instrumento para comunicar información casi en tiempo real; tal es el caso de la UNAM.

Son muy pocas, sin embargo, las universidades que están utilizando este nuevo canal interactivo como instrumento educativo. Algunas hacen uso de las posibilidades de la red para crear campus virtuales, en los que los alumnos puedan comunicarse a cualquier hora, ya sea entre sí o con los profesores.

Algunas universidades van más allá de Internet y utilizan otros instrumentos multimedia para aplicaciones muy diversas. Así, por ejemplo, la Diputación de Barcelona ha editado un CD sobre cómo elaborar un Plan de Empresa; el Instituto Universitario Barraquer de Barcelona ha realizado uno sobre el tratamiento del glaucoma, y la Universitat Politècnica de Valencia ha desarrollado un disco denominado SIRIO para la formación de usuarios finales en bibliotecas y centros de documentación sobre sistemas de recuperación de información electrónica. Una parte de los materiales didácticos que la Universitat Oberta de Catalunya distribuye a sus alumnos consiste también en material multimedia, básicamente videos y CD's (Cornella, 1997).

En un estudio realizado en Argentina sobre el uso pedagógico de las computadoras en el aula se encontró que, o bien este recurso no es usado o, en los casos que ello ocurre, cumple un papel marginal en el desarrollo didáctico y en el trabajo cotidiano de los alumnos. En ningún caso apareció el uso de software específicamente educativo, y las actividades se concentran en el uso de procesador de textos, normalmente para las mismas tareas que antes se hacían por otro medio; en la búsqueda de información, ahora se agregan apoyos electrónicos a los tradicionales medios impresos (Martínez et al, 2001).

En otro trabajo realizado en Morelos, México, investigadores del IPN encontraron que tanto el maestro como el investigador (20%) tienen ciertas dificultades para visualizar una tecnología como herramienta articulada a su trabajo y para definir su rol ante la tecnología, por lo que se hace necesaria la

adecuación del software para que represente una mejora en el desarrollo de su trabajo. Por otro lado, su estudio apunta a señalar que el profesor todavía no ha incorporado a sus reflexiones pedagógicas los requerimientos que se deben exigir a un software para que favorezca el trabajo del grupo y el aprendizaje de cada uno de los alumnos. Esta línea de investigación tendría importantes implicaciones para el desarrollo de software que esté dirigido a dar soporte a los procesos de aprendizaje (Juárez, 2003).

### **1.3 Problema de investigación**

Se han formado nuevos programas en el bachillerato de la UNAM (particularmente en el Colegio de Ciencias y Humanidades), en respuesta a los cambios sociales a nivel mundial acordes a los mismos. Por esto, se hace necesario redoblar los esfuerzos para lograr que los alumnos, a la brevedad posible, logren alcanzar los nuevos propósitos planteados. Para ello, es preciso tomar en cuenta el mundo complejo en que vivimos, analizar el desarrollo científico técnico alcanzado en nuestros días y preparar a nuestros alumnos, actuales y futuros, para que puedan asimilar las nuevas tecnologías y sus constantes cambios.

Con base en mi experiencia docente, me he percatado que un gran número de jóvenes tienen aberración por la lectura, ya que les suele ser tediosa, incomprendible, con elementos técnicos en el lenguaje utilizado, en comparación con otros medios como la TV, el cine y sobre todo, la red, ofreciendo estas últimas, respuestas más simples, dinámicas y atractivas visualmente, a las inquietudes estudiantiles, aunque no siempre del todo correctas.

Marshall McLuhan, sostenía que "la cantidad de información comunicada por la prensa, revistas, películas, televisión y radio, excede en gran medida a la cantidad de información comunicada por la instrucción y los textos en la escuela" (en Orozco, 1992). Escrita esta frase en 1968 no era más que el prelude de lo que sucede actualmente con la proliferación de canales de televisión, el Internet (Interconnected Networks), el auge del video y los videojuegos. Todos ellos aportan una educación informal que compite con las enseñanzas de la escuela y comparten la atención e intereses de los educandos.

La competencia entre los sistemas educativos y el resto de los medios, hace que ambos se desfasen y cada vez se alejen más uno del otro. Considero que este es un buen momento para reconciliar a estos medios con los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Los multimedia al conjuntar la expresión gráfica con un guión, crean un medio de comunicación fácilmente entendible y atractivo, sobre todo cuando se trabajan conceptos de difícil comprensión. Por lo tanto, ¿por qué no usarlos en la educación para resolver los problemas de comunicación entre profesor y alumno?

Se necesita entonces, incorporar al profesor a los cambios tecnológicos propiciados por las demandas sociales, para que puedan desarrollar su tarea docente. Ayudarle a tener una apertura hacia los lenguajes que prefieren sus alumnos, en otras palabras, alfabetizarlo en el uso y manejo de la nueva tecnología multimedia que le ayude a canalizar su creatividad y hacer del profesor

un protagonista responsable, un educador que en los albores del siglo XXI educa a los hombres y mujeres que enfrentarán los retos que esto representa.

Pero introducir los medios en el aula con la sola idea de innovación, es quedarse con una visión parcial y superficial de sus posibilidades educativas. Es necesario un cambio, no sólo técnico, sino de actitud; cambio en las pautas de interacción y en las capacidades de expresión con lenguajes que nos pertenecen y mediante los cuales pueda canalizarse la creatividad.

La utilización de estos recursos por los profesionales de la educación, requiere de una profunda reflexión pedagógica, como punto de partida en la revisión de las premisas teóricas que fundamentan el actual uso y aplicación de los sistemas multimedia (Sierra, 2000).

Dentro de los muchos trabajos encausados a este fin, se incluye la elaboración de estrategias y materiales didácticos de muy diversas modalidades y aquí, se presenta como una de ellas, la elaboración de un disco multimedia, basado en las experiencias construidas y probadas dentro del aula que integran dichos aprendizajes.

Erikson, postula que los jóvenes de todo el mundo, forman su identidad eligiendo valores y metas para lograr una autodefinition, explorando alternativas y jugando una serie de papeles que le permitan hacer elecciones basadas en diversos aspectos como los filosóficos, políticos o religiosos. Desean alternativas y no estar atados a convencionalismos. Muuss (1984) dice al respecto:

En la primera adolescencia, el individuo sufre un cambio básico de actitud; empieza a oponerse a la dependencia, tanto al régimen de los factores ambientales externos (padres, maestros, códigos, etc.) como al de los deseos internos, los impulsos instintivos que acaban de despertar en él (p. 44).

Por lo que comienzan a buscar nuevas opciones y a consumir productos nuevos o diferentes como los discos interactivos.

#### **1.4 Objetivos**

Elaboración y ensayo, de un disco multimedia que apoye el trabajo docente en la enseñanza del tema "Respiración celular", y facilite el aprendizaje de los estudiantes mediante la comprensión y asimilación de los conceptos y procesos básicos del tema incluido en la unidad I del programa de Biología III, impartido en el quinto semestre del CCH Naucalpan.

Realizar un análisis de la presentación del disco multimedia en el salón de clases y recoger los elementos más importantes en el momento de su aplicación como parte de una estrategia didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Proponerlo como material didáctico de apoyo para la enseñanza de un tema como es: "La Diversidad de los sistemas vivos y metabolismo", e integrarlo como material básico y complementario para su uso por cualquier profesor que imparta la materia de Biología III en el sistema educativo del CCH.

#### **1.5 Justificación**

El presente trabajo surge como resultado de un largo proceso de formación en la MADEMS. Como todo proyecto su inicio fue difícil y poco claro ya que versó sobre el cambio de enfoque paradigmático de las ciencias naturales a las ciencias sociales, pero más que un cambio fue la deconstrucción<sup>2</sup> y construcción de una nueva visión en el campo de la docencia (como el hecho de saber por qué soy docente).

Aunque los docentes tenemos una teoría de nuestro hacer, no lo sabemos. Esto es, aunque empíricamente se posee un marco teórico (una norma, un deber) que marca la práctica docente y la condición es el hacer, la discrepancia se da en el decir (la teoría) y el hacer (la práctica). Es el vínculo didáctico el que da armonía a estas dos premisas, donde se da una tensión (la forma de vida) y la resistencia (buscar el cambio) para buscar el conocimiento (Furlán, 1989).

La docencia, si no se reflexiona en ella, puede convertirse en una práctica enajenante: al repetir lo que se hace cada semestre y el no hacer nada por rescatarla. Con la reflexión, el docente se vuelve prospectivo, adquiere un ordenamiento biográfico<sup>3</sup> y un campo semántico (origen, posición social, conocimientos, etc.), dando valoración de su Yo y el don de la ubicuidad en el campo del saber.

En la reflexión profunda que he hecho durante la elaboración de la tesis, he descubierto, de manera sorprendente, muchos factores que durante mi trabajo profesional no había percibido (tal vez por obviarlos o porque nunca les preste importancia). Con esto hago referencia a que las relaciones, tanto horizontales como verticales, de los semestres cursados en la maestría empiezan a rendir fruto, a través de la formación de mi propio estilo docente, el cual debe ser cuestionado, vigilado y mejorado de manera permanente, ya que como señala Ofelia Contreras: quien no tiene nada que aprender es un ser "muerto" académicamente.

Al evaluar aspectos o elementos tan diversos que se dan en el proceso educativo o que son efectos de la educación Gimeno Sacristán (2002), dice:

...conviene señalar una precaución: todo en el ámbito educativo puede ser potencialmente evaluado de alguna forma, lo que no significa que tenga que serlo por fuerza: en muchos casos no será fácil hacerlo, ni está al alcance de las posibilidades del profesor (p. 337-338).

El concepto de evaluación en sí, tiene una variedad de posibles significados. Decir qué es evaluar no es algo simple de definir, porque no es lo mismo evaluar rendimientos en alumnos, comportamientos en los profesores, o calidad de los materiales didácticos.

De acuerdo al autor citado, evaluar, en su acepción pedagógica:

---

<sup>2</sup> Deconstruir es reconstruir a través del desbaratamiento y la ruptura de rutinas (tensión). Notas de clase.

<sup>3</sup> Tipifica experiencias, historia, espacio-temporal, identidad. La secuencia biográfica implica la reconstrucción del pasado y la proyección al futuro. Las experiencias biográficas se incluyen constantemente dentro de ordenamientos generales de significado que son reales tanto objetiva como subjetivamente. Ibidem.

...hace referencia a cualquier proceso por medio del que alguna o varias características de un alumno, de un grupo de estudiantes, de un ambiente educativo, de objetivos educativos, de materiales, de profesores, programas, etc., reciben la atención del que evalúa, se analizan y se valoran sus características y condiciones en función de unos criterios o puntos de referencia para emitir un juicio que sea relevante para la educación (p. 338)

La autoevaluación<sup>4</sup> me ha servido para tomar conciencia del proceso educativo en el que estoy inserto en un sentido reflexivo para mi intervención posterior, es decir introducir correcciones, añadir acciones alternas y reforzar ciertos aspectos. Una de las cosas que me han quedado claras respecto a lo que es la docencia, es que es un proceso validante y su importancia radica en que nos conduce a un acto de reflexión profunda al potenciar las situaciones en el aula, pero con este sentido introspectivo de nuestro quehacer docente y mi realidad cotidiana.

Me queda claro que no hay una fórmula mágica para ser un buen docente, para lograrlo hay que conocer nuestra biografía, nuestra historia de vida y nuestra trayectoria, tuve que encontrar las raíces de por qué me gusta la docencia y los motivos que me condujeron hacia este camino. La promoción de grado no es la transformación de mi persona como docente, es la manera de rescatar lo bueno de mi ejercicio y la manera en que se me puede ayudar, es ponderar mis principios, valores, mi ethos y reestructurar, de manera continua y permanente, mis desaciertos.

Por otro lado he resignificado el concepto de docente; para mí ahora es una meta, algo que quiero ser, en otras palabras se ha convertido en algo instituyente y ha dejado de ser algo instituido. Este cambio de significancia pasa de un “deber ser” a un “querer ser”. La docencia es algo que se aprende y se construye con la práctica. La docencia no es poseer un buen currículum solamente, implica poseer un contenido (el biológico); el ejercicio de un rol curricular; poseer ciertas funciones; tener un compromiso social; es una obligación y un derecho y todo ello por el simple hecho de querer serlo, no de estar obligado a serlo.

Las enseñanzas en el posgrado han sido bastantes y este informe me ha dado el espacio para integrarlas y hacerlas significativas, y puedo señalar que hasta ahora comprendo lo que significa la profesionalidad en la enseñanza.

Por último, en la maestría he aprendido aquello que necesitaba saber para enseñar mejor y ahora es tiempo de que los profesores expertos expresen su punto de vista. Además, también es tiempo de agradecer de manera profunda todas aquellas observaciones que de manera pertinente realizaron sobre mi formación y que ahora rinden su primer fruto.

## **1.6 Estructura de la tesis**

---

<sup>4</sup> Sacristán (2002), refiere a la autoevaluación como la evaluación que hace una persona sobre sí misma, como vía de responsabilidad en su propio proceso de aprendizaje o porque se pretenda evaluar algún aspecto que sólo él pueda conocer.

El trabajo está conformado por cuatro capítulos en los que me permito desarrollar mi tesis sobre los materiales multimedia enfocados al proceso de enseñanza aprendizaje.

En el primer capítulo se introduce al lector en el problema planteado y en las causas que originan al desarrollo de esta investigación. Asimismo se abordan los antecedentes y se da una justificación del por qué un trabajo como éste apoya a la práctica docente, así como los objetivos planteados para el desarrollo de la investigación.

En el segundo capítulo se hace una revisión bibliográfica de los fundamentos teóricos referentes al contexto histórico-social del trabajo de investigación para conocer los fundamentos del Colegio de Ciencias y Humanidades, sus actores, es decir, alumnos y profesores, los procesos educativos que los vinculan, el papel de la biología en la formación de los estudiantes y el contenido referente a la respiración como parte del metabolismo de los seres vivos. También se hace una revisión de las nuevas tecnologías multimedia y su aplicación en la educación.

En el tercer capítulo se describe la metodología empleada en el proceso de investigación y se realiza un análisis de los resultados.

Por último, en el cuarto capítulo, se exponen las conclusiones que el trabajo arrojó. El último apartado de este capítulo lo constituyen las referencias bibliográficas empleadas para el desarrollo de la investigación.

Pongo en sus manos esta tesis para que, con base en su experiencia y conocimientos, señalen y avalen en ella todas aquellas características que aún deban de ser alentadas, corregidas, modificadas o erradicadas de mi ejercicio profesional docente. Espero que estos buenos propósitos que me he trazado, se reflejen, en un futuro mediato, en la formación de excelentes alumnos de bachillerato.

## Capítulo II

Las formas de enseñanza cambian de acuerdo a los cambios en la sociedad y sus requerimientos. En el tiempo presente, los conocimientos son tantos y tan variados que no es posible saturar a los alumnos de contenidos conceptuales, por ello, es indispensable promover el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que les permitan tener acceso a la información científica para aprender con autonomía. Esto implica que a través de estrategias educativas se desarrollen las habilidades que se requieren para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información de diferentes fuentes, reflexionar acerca de ella y emitir juicios o puntos de vista a partir de lo investigado.

La teoría del conocimiento<sup>5</sup> nos marca 5 aspectos básicos que hay que tener en cuenta al efectuar las estrategias de enseñanza:

- Existencia del sujeto cognoscente
- Existencia del objeto a conocer
- Relación entre sujeto y objeto
- Existencia de un objeto para describirlo y socializarlo
- Medio en el que se da el proceso del conocimiento.

Como ya se comentó en la introducción de este trabajo, considero que dado el carácter abstracto del tema respiración, y el papel de receptor que juega el estudiante, no se comprenden los conceptos centrales, sin embargo, pienso que esta dificultad se puede resolver al lograr la significación del citado tema.

Al respecto, Ausubel (1989), señala que la esencia del proceso del aprendizaje significativo<sup>6</sup> reside en que las ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario, sino sustancial con lo que el alumno ya sabe, señaladamente en algún aspecto esencial de su estructura de conocimientos. Por ello, en este proyecto se propuso probar la utilidad de un material multimedia que dado su gran contenido de símbolos puede facilitar la comprensión y apropiación de los conceptos y procesos básicos sobre la respiración, tema que se aborda en

---

<sup>5</sup> Es necesario hacer una distinción importante, ya que en ocasiones se utilizan las expresiones “teoría del conocimiento” y “epistemología” como intercambiables. Históricamente, la denominación “teoría del conocimiento” es más antigua y se refiere a esa rama de la filosofía que probablemente inauguró John Locke con su *Ensayo sobre el entendimiento humano*, aunque estas preocupaciones por la naturaleza del conocimiento las podamos rastrear en el pasado hasta Platón y Aristóteles, posteriormente en Bacon y Descartes, etc. En cambio, el término epistemología es más reciente y se emplea sobre todo para referirse a la teoría del conocimiento científico, es decir, a la disciplina dirigida al estudio crítico de las ciencias y que tiene como objetivo determinar el valor, el fundamento lógico y el campo de acción de ellas. (Luetich, 2003)

<sup>6</sup> El aprendizaje significativo se define como el proceso que ocurre en el interior del individuo, donde la actividad perceptiva le permite incorporar nuevas ideas, hechos y circunstancias a su estructura cognoscitiva; a su vez, matizarlas exponiéndolas y evidenciándolas con acciones observables, comprobables y enriquecidas; luego de cumplir con las actividades derivadas de las estrategias de instrucción, planificadas por el mediador y/o sus particulares estrategias de aprendizaje (Ausubel, 1989). Según este autor, en el aprendizaje significativo el estudiante logra relacionar la nueva tarea de aprendizaje, en forma racional y no arbitraria con sus conocimientos y experiencias previas, almacenadas en su estructura cognoscitiva. De ahí que esas ideas, hechos y circunstancias son comprendidos y asimilados significativamente durante su internalización.



la primera unidad del Programa de Biología III de quinto semestre del CCH Naucalpan.

## **2.1 Contexto histórico-social**

Uno de los fenómenos sociales de mayor interés es la globalización: la intensificación de las relaciones y la interdependencia a escala mundial.

La globalización alude al hecho de que vivimos cada vez más en “un solo mundo” en el que nuestras acciones tienen consecuencias para los demás y para el planeta. La globalización afecta las vidas de las personas de todos los países e influye en todas las estructuras de un país: sociales, políticas, culturales, económicas y sobre todo la que nos interesa para este trabajo, las educativas. Al avanzar la globalización nos parece que las estructuras anteriores no están equipadas para gestionar ante este mundo, ya que muchos de ellos escapan al control de los actuales mecanismos de gobierno, por lo que hay quienes demandan que las nuevas formas de gobierno puedan enfrentarse a los problemas globales desde una perspectiva global, es decir, tener un alcance transnacional como sucede en las comunidades de la Unión Europea (Chomsky, 2002).

Por otro lado hay quienes piensan que la globalización acelera la crisis y el caos caracterizado por la violencia, los conflictos internos y las transformaciones basadas en la fuerza. Pero la globalización también nos puede conducir a un sistema lleno de oportunidades y este es el mayor desafío que debemos enfrentar desde la política educativa.

Debido a que el presente trabajo se realizó en el contexto de la educación media superior, convendría hacer una breve revisión de sus orígenes y las perspectivas de este sistema en nuestros días.

### **2.1.1 La educación media superior**

La educación media superior comprende el nivel de bachillerato. El grupo típico de edad de quienes cursan la educación media superior es de 15 a 18 años; la matrícula a nivel nacional es atendida en 80% en escuelas públicas y 20% en escuelas privadas.

El nivel medio nació en la historia de los sistemas educativos como una etapa entre la enseñanza básica y la licenciatura. Su desarrollo curricular estuvo marcado por un desdoblamiento entre una enseñanza de elite preparatoria de la universidad -obviamente para unos pocos-, y una educación vocacional destinada al aprendizaje de un oficio, transposición educativa del aprendizaje laboral, que fue evolucionando hacia una formación de cuadros técnicos medios para la industria.

La expansión de la educación en el siglo XX estuvo estrechamente vinculada a la idea de que era necesaria una mano de obra alfabetizada y disciplinada. Con la entrada en la economía del conocimiento, la educación se hará aún más importante. Como disminuirán las oportunidades laborales para los obreros manuales no calificados, el mercado de trabajo, precisará de personas que se

sientan cómodas con las nuevas tecnologías, que pueden adquirir nuevas capacidades y que puedan trabajar de manera creativa.

En las últimas décadas este modelo dual ha entrado en crisis, fundamentalmente por dos factores: la explosión cuantitativa de la matrícula y el cambio tecnológico que convirtió en obsoletos muchos de los conocimientos y habilidades transmitidos. La tendencia a la descentralización de los sistemas educativos, tradicionalmente centralizados y burocráticos, así como la escasez de fondos para financiarlos, modificó las formas de gestión centralizada. Las demandas de equidad como equivalencia de resultados cognitivos en alumnos de diversos orígenes socioeconómicos, entraron en colisión con la realidad: ésta mostraba una educación segmentada con grandes diferencias de calidad entre instituciones y escuelas, y altas tasas de deserción que implicaban que gran parte de los que accedían al nivel no lograban completarlo<sup>7</sup>.

Este nivel educativo es crucial para una mayoría de la población joven, pues generalmente constituye el último al que accede antes de incorporarse definitivamente a la fuerza de trabajo. En el mundo que demanda cada vez más versatilidad de conocimientos y mayor capacidad de resolución de problemas, la educación formal aparece con un rol irremplazable aunque deba ser complementada por la capacitación y el aprendizaje en el trabajo.

Roberto Castañón y Rosa María Seco (2000), consideran que existen cuatro tipos de formación en la EMS: la educación general preuniversitaria (bachillerato universitario o propedéutico); la educación tecnológica (bivalente); la formación profesional (profesional-técnico) y la capacitación para el trabajo (p.32).

De acuerdo con sus características estructurales y los propósitos de la educación que imparte, la educación media superior está conformada por dos modalidades principales; una de carácter propedéutico, y otra bivalente.

La educación de carácter propedéutico se imparte a través del bachillerato general en una amplia gama de instituciones públicas y particulares. Se caracteriza por una estructura curricular que busca formar al estudiante para acceder a la educación superior. Este bachillerato proporciona al estudiante una preparación básica general que comprende conocimientos científicos, técnicos y humanísticos, conjuntamente con algunas metodologías de investigación y de dominio del lenguaje.

Los planes de estudio se organizan en dos núcleos formativos; uno básico en matemáticas, ciencias naturales, ciencias sociales, lenguaje y comunicación, y otro propedéutico que se imparte en los últimos semestres y se organiza en 4 áreas: fisicomatemáticas; ciencias biológicas y de la salud; sociales, y humanidades y artes.

Las instituciones en que se puede cursar el bachillerato propedéutico son las siguientes:

- Los bachilleratos de las universidades autónomas por ley, conforman un conjunto diverso de propuestas curriculares debido a que cada una de las instituciones a las que pertenecen aprueban sus propios planes y programas de estudio, y aplican sus normas y formas de operación específicas.

---

<sup>7</sup> [www.cobachbc.edu.mx](http://www.cobachbc.edu.mx)

- Los colegios de bachilleres, conformados por el Colegio de Bachilleres de carácter federal y los Colegios de Bachilleres estatales ofrecen programas educativos cuyos objetivos son proporcionar una educación formativa integral mediante la adquisición y aplicación de conocimientos, y crear en los alumnos una conciencia crítica que les permita adoptar una actitud responsable ante la sociedad.
- Los bachilleratos estatales como los universitarios conforman un conjunto heterogéneo de propuestas curriculares y formas de operación, y han sido creados por los gobiernos de los estados para dar respuesta al incremento de la demanda educativa en las entidades.
- Las preparatorias federales por cooperación ofrecen programas en los cuales los primeros 4 semestres corresponden a un tronco común y los 2 últimos a materias optativas. Operan de acuerdo con las normas que establece la SEP y están dirigidas por una asociación civil creada ex profeso para su organización y administración. Generalmente se ubican en poblaciones rurales o suburbanas pequeñas.
- Los centros de estudios de bachillerato que siguen el plan de estudios del bachillerato general de la SEP con una duración de 6 semestres. Iniciaron su operación en 1990 y surgieron como resultado de la reestructuración de los Centros de Bachillerato Pedagógico federales.
- Los bachilleratos de arte que ofrecen programas propedéuticos para ingresar a las escuelas profesionales de arte. Estos bachilleratos utilizan el tronco común de la SEP y cuentan con áreas de especialización artística. Dependen del Instituto Nacional de Bellas Artes y son de carácter federal.
- Los bachilleratos militares de las Escuelas Militares de Transmisiones y Militar de Materiales de Guerra ofrecen una formación básica que permite a los futuros militares continuar sus estudios profesionales en la Universidad del Ejército y Fuerza Área u otra institución de educación superior. La formación incluye actividades y entrenamientos de índole militar.
- La preparatoria abierta que es una modalidad no escolarizada que propicia el estudio independiente o autodirigido. En 1995 se inició la transferencia de la operación de sus servicios a las entidades federativas.
- La preparatoria del Distrito Federal que ofrece un currículo el cual permite la elección de los cursos por parte de los alumnos de acuerdo con sus necesidades e intereses. El 70% de la carga horaria está dedicada a las ciencias sociales y el resto a las ciencias exactas. Depende del Instituto de Educación Media del Distrito Federal y es financiado por el Gobierno de la Ciudad.
- Los bachilleratos federalizados que aplican el mismo plan de estudios que las preparatorias federales por cooperación, pero son de carácter privado.
- Los bachilleratos particulares que ofrecen programas propedéuticos mediante el Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios (RVOE) otorgado por el gobierno federal, por los gobiernos de los estados o por alguna institución de educación superior autónoma y pública, facultada por ley para otorgar reconocimiento a instituciones particulares.
- El telebachillerato que actualmente opera en 11 entidades federativas.

Las instituciones más importantes en nuestro país que imparten enseñanza medio superior son<sup>8</sup>: el Instituto Politécnico Nacional, con sus 15 centros de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyT); la Universidad Nacional Autónoma de México, con nueve planteles de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y cinco planteles del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), el Colegio de Bachilleres con 450 planteles distribuidos en todo el país; los bachilleratos tecnológicos de carácter bivalente, es decir, otorgan calificación profesional de técnicos y diploma para continuar su formación superior. La formación profesional terminal no da acceso a estudios superiores y entre los planteles de carácter federal tienen una duración de tres años conformando 248 planteles del Colegio Nacional de Educación Profesional y Técnica (Conalep) y los Centros de Estudios Tecnológicos, Industriales y de Servicio (CETIS) y finalmente los centros de capacitación con duración de estudios de tres a diez meses de formación elemental para el trabajo. Actualmente, de acuerdo a Castañón y Seco, la demanda de los jóvenes por una educación a nivel bachillerato ha dado lugar en el Distrito Federal por la creación de nuevas escuelas que pretenden tener un sistema educativo similar al del Colegio de Ciencias y Humanidades.

### **2.1.2 La educación media superior en América Latina y México**

El tema de la educación media y técnica parece de singular relevancia en este principio de siglo durante el cual, en América Latina<sup>9</sup>, confluyen grandes cambios en el aparato productivo y una situación crítica de los sistemas educativos. Ese nivel educativo es crucial para una mayoría de la población joven, pues constituye el último al que accede antes de incorporarse definitivamente a la fuerza de trabajo. En el mundo que demanda cada vez más versatilidad de conocimientos y mayor capacidad de resolución de problemas, la educación formal aparece con un rol irremplazable aunque deba ser complementada por la capacitación y el aprendizaje en el trabajo.

Frente a este somero diagnóstico surge una serie de cuestiones que se han querido plantear. En la mayoría de ellas existen más preguntas que respuestas. Se introduce el problema de la falta de identidad del profesor con ese nivel que lo convierte en “chivo expiatorio” de las dificultades del mercado de trabajo en la profesión o en la educación superior y de la estratificación de sociedades que se caracterizan por su escasa homogeneidad y por mantener extensos grupos en la periferia de los procesos de globalización. Correspondería, entonces, preguntarse cuál es el “valor agregado” de conocimiento que imparten las escuelas de nivel medio y quiénes son los destinatarios de ese conocimiento. Cabría también cuestionar el sentido que tiene esa educación para los adolescentes que serán los ciudadanos del siglo XXI.

---

<sup>8</sup> Los datos corresponden al texto de Castañón Roberto y Seco Rosa María (2000).

<sup>9</sup> La reseña que se hace sobre la educación media de este apartado fue realizada con base en notas que se obtuvieron de las memorias del seminario “Educación en América Latina Desafíos y Perspectivas de la Investigación en la Década de los Noventa” realizado en julio de 1991.

Cabe reflexionar en las demandas a las que la educación de nivel medio se enfrenta y las disyuntivas que plantean las respuestas a esas demandas en el nivel de las políticas nacionales. El impacto de la modernización e internacionalización de la economía en sistemas productivos muy heterogéneos y las exigencias de la consolidación de la democracia en sociedades segmentadas, condicionan la superación del dilema entre selectividad y equidad. Este dilema se manifiesta en una contradicción: por un lado la tendencia hacia la universalización de la escolaridad media y, por otro, la necesidad de selección y diversificación de los estudiantes hacia diferentes destinos ocupacionales.

Surge así la opción entre una formación general academicista y una formación técnico profesional, la relación entre la educación formal y la preparación para el trabajo o la capacitación para un empleo y la distribución de responsabilidades entre los distintos niveles de la enseñanza formal y la no formal con relación al mundo laboral. El imperativo de la formación del ciudadano-productor lleva a plantear el perfil de competencias que se espera de él y el papel de la educación media con respecto a la adquisición de dichas competencias.

Se pregunta uno sobre el tipo de instituciones adecuadas, comprensivas o diversificadas, la dependencia de dichas instituciones, la certificación y articulación con los otros niveles educativos, los contenidos que dan sentido a las competencias y los elementos que permiten alcanzar una formación básica para el trabajo. Todo ello implica una complejidad técnica y política y por ende una concepción de lo curricular que integra contenidos y construcción institucional que intentan atender a cerca de tres millones de jóvenes en edad de cursar la educación media superior en nuestro país.

### **2.1.3 El bachillerato de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM**

La Universidad Nacional Autónoma de México tiene dos bachilleratos, la Escuela Nacional Preparatoria y el Colegio de Ciencias y Humanidades. Ambos subsistemas cuentan con programas de estudios diferentes, el primero responde a una programación anual y el segundo se divide a través de semestres, ambos se cursan en tres años.

El Colegio de Ciencias y Humanidades es una institución académica, que ofrece estudios de enseñanza media superior; su proyecto fue aprobado por el Consejo Universitario de la UNAM el 26 de enero de 1971, durante el rectorado de Pablo González Casanova, quien consideró tal acción como: "la creación de un motor permanente de innovación de la enseñanza universitaria y nacional, y deberá ser complementado con esfuerzos sistemáticos que mejoren a lo largo de todo el proceso educativo, nuestros sistemas de evaluación de lo que enseñamos y de lo que aprenden los estudiantes"<sup>10</sup>.

El Colegio de Ciencias y Humanidades fue producto de una necesidad de mayor demanda de ofertas educativas a nivel medio superior en la zona

---

<sup>10</sup> Compilación de Artículos de Documenta I. 1979. Programa de Fortalecimiento de la Planta Docente. UNAM.

metropolitana que vinculara a los estudiantes con la realidad social del país, basándose en la perspectiva de la sustitución del enciclopedismo por una cultura básica y al mismo tiempo para resolver la desvinculación existente entre las diversas escuelas y facultades y los institutos y centros de investigación de la UNAM, así como para impulsar la transformación académica de la propia Universidad con una nueva perspectiva curricular y nuevos métodos de enseñanza.

Es un bachillerato de cultura básica y tiene la característica de ser propedéutico, general y único, ocupa una posición intermedia entre los estudios de licenciatura y la enseñanza básica, que en México incluye la escuela secundaria. Se rige bajo los términos de la Ley Orgánica y del Estatuto General de la Universidad, además cuenta con una legislación propia que norma su actividad particular que es el Reglamento de la Escuela Nacional "CCH."

La misión institucional se funda en el modelo de acción educativa distintiva del CCH, el cual, desde su fundación y en razón de su profunda racionalidad y actualidad, ha constituido una modalidad de bachillerato de alcance y ambición académica indudables. Sus concepciones de educación y de cultura, así como los enfoques disciplinarios y pedagógicos que de aquellos se derivan, innovadores, en 1971, han mantenido su vigencia y han adquirido en los últimos años una aceptación generalizada que, si bien no se refiere expresamente al Colegio como precursor, inevitablemente evoca lo que éste ha sostenido o practicado<sup>11</sup>.

El Colegio de Ciencias y Humanidades persigue que sus estudiantes, al egresar, respondan al perfil determinado por su Plan de Estudios, que sean sujetos y actores de su propia formación y de la cultura de su medio, capaces de obtener, jerarquizar y validar información, utilizando instrumentos clásicos y tecnologías actuales, y resolver con ella problemas nuevos. Sujetos poseedores de: conocimientos sistemáticos y puestos al día en las principales áreas del saber; actitudes propias del conocimiento, de una conciencia creciente de cómo aprenden, de relaciones interdisciplinarias en el abordaje de sus estudios, y de una capacitación general para aplicar sus conocimientos y formas de pensar y de proceder, a la solución de problemas prácticos. Con ello se pretende que tengan las bases para cursar con éxito sus estudios superiores y ejercer una actitud permanente de formación autónoma.

Además de esa formación como bachilleres universitarios, el Colegio busca que sus estudiantes se desarrollen como personas dotadas de valores y actitudes éticas sólidas y personalmente fundadas; con sensibilidad e intereses variados en las manifestaciones artísticas, humanísticas y científicas; capaces de tomar decisiones, de ejercer liderazgo con responsabilidad y honradez y de incorporarse al trabajo con creatividad, para que sean al mismo tiempo, ciudadanos habituados al respecto y al diálogo y solidarios en la solución de problemas sociales y ambientales.

El Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM se constituyó en un modelo educativo durante las décadas de los setenta y ochenta. Los resultados en cuanto al perfil de alumnos egresados mostró la eficiencia de su Plan de Estudios, pero también reflejó algunas deficiencias, por lo que en 1991 el Colegio inició la revisión

---

<sup>11</sup> Ibidem, 1979.

de éste para corregir fallas y cumplir con uno de sus propósitos explícitos: revisarlo y actualizarlo permanentemente.

Los planteamientos iniciales del CCH eran: el de poner nuevas opciones, en el orden profesional, en las licenciaturas, para ampliar las ofertas en los mercados de trabajo, así como ser una alternativa para los estudios de postgrado y de investigación cooperando con la coordinación que las divisiones de estudios superiores y los institutos de investigación científica y humanista programaran para el futuro o por otro lado ser una escuela terminal al ofrecer una serie de opciones técnicas en los estudiantes. También surgió como producto de la obligación de la UNAM para cumplir sus objetivos académicos de acuerdo con las exigencias del desarrollo social y científico, al mismo tiempo que de conferir una flexibilidad mayor y nuevas opciones y modalidades a la organización de sus estudios para sentar las bases de una enseñanza interdisciplinaria y de cooperación interescolar.

En el plan de estudios del CCH se propone una estructura flexible, organizada en cuatro áreas académicas, buscando que las distintas disciplinas se enfrenten como manifestaciones de cultura básica<sup>12</sup>.

La cultura básica, en ese contexto, no es conceptualizada como un cúmulo de conocimientos, sino entendida como un conjunto de principios de conocimientos como elementos productores de saber y de hacer por cuya combinación puede accederse a mejores conocimientos y prácticas, proporcionando una toma de conciencia científica de la sociedad, necesariamente participativa y comprometida. El

Plan de Estudios Actualizado (PEA) construye las condiciones necesarias para su puesta en práctica, de tal manera que las limitaciones se corrigieron y sus propósitos esenciales se reiteraron:

- Un bachillerato universitario, propedéutico, general y único, que no exige opciones vocacionales prematuras e irreversibles.
- La opción por un bachillerato de cultura básica
- Reconocimiento del alumno como sujeto de cultura y de su propia educación.
- Aprender a aprender. Por lo que promueve:
  - la actitud propia del conocimiento científico ante la realidad;
  - la aptitud de reflexión metódica y rigurosa y las habilidades que se requieren para inquirir y adquirir, ordenar y calificar información;
  - la obtención de conocimientos básicos que los capaciten para estudios superiores.
- El papel del profesor como sujeto facilitador o auxiliar del proceso de aprendizaje y no como repetidor o mero instructor.
- La organización del aprendizaje por semestres, para subrayar el proceso de recuperación e inventario de la experiencia, de su ordenamiento y racionalización y de su transferencia, para la atención de nuevos problemas y objetos, y una mejor graduación y especificación de objetivos y contenidos.
- La distinción entre los cuatro primeros semestres, con asignaturas universalmente obligatorias por indispensables, y los semestres quinto y sexto, donde el alumno ejerce una libertad de elección regulada de las asignaturas que

---

<sup>12</sup> Coordinación del Colegio de Ciencias y Humanidades. Secretaría de Planeación. Plan de Estudios Actualizado. 1996. UNAM.

cursará, para la profundización en algunos campos de su interés y la preparación inmediata para cursar con éxito su opción profesional.

○ La vigencia, en general de las materias del actual plan de estudios, sobre todo las que de manera general atañen a la cultura básica<sup>13</sup>.

A poco más de 30 años de su creación, el CCH, gracias a las bondades de su sistema y a la eficacia de su Plan de Estudios, ha sido seleccionada como modelo educativo de otras escuelas, tanto en la zona metropolitana, como al interior de la República. Muchos egresados de buena calidad son la garantía de su eficacia educativa y una buena razón que justifica su permanencia dentro del máxima casa de estudios de nuestro país.

### **2.1.3.1 Los alumnos**

En este apartado se esbozará un perfil de los alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades a partir de las observaciones hechas personalmente y cotejándolas con una revisión bibliográfica. Se describen en este apartado, los factores biológicos, sociales, ecológicos, culturales, psicológicos, así como las condiciones sociales y económicas que intervienen en el desarrollo de su adolescencia.

Existen definiciones muy variadas y valiosas, acerca de lo que la adolescencia es, aunque casi la mayoría coinciden en definirla como una etapa crítica y de carencias, conforme al origen de la palabra latina *adolescere* (crecer hacia la madurez).

Dicho de un modo sencillo y tal vez simple, se podría definir como una etapa de la vida humana en la que se dan grandes cambios, entre los cuales, los más fáciles de percibir, son los cambios físicos. También es la época en que se tienen grandes conflictos emocionales y con aquellas personas que representan la autoridad (padres, maestros, etc.); entre otros cambios.

Aunque la adolescencia ya se consideraba una nueva fase de la vida desde que en 1904 Hall la definiera como el tramo de la vida que va entre los 16 y 19 años; es después de la II Guerra Mundial que empieza a considerarse en los países occidentales una nueva etapa de la vida: la juventud (Rice, 2000).

La diferencia entre unos y otros jóvenes, quizás pueda expresarse como búsqueda de identidad, tiempo de espera antes de las responsabilidades adultas (Erikson, 1972). Pero, el límite entre la juventud y la edad adulta es impreciso y coyuntural; ya que depende más del “estilo de vida” que del condicionamiento biológico de la edad. Para Roberts (1983) y Kitwood (1980) el problema del joven no es tanto afirmar su identidad cuanto preservarla en un contexto social de fragmentación. El aplazamiento de la asunción de responsabilidades durante un tiempo caracteriza el concepto “actual” de joven.

Como algunos autores mencionan, el periodo de adolescencia se hace más largo en los jóvenes que cursan la escuela, que en aquellos que tienen que enfrentar la etapa buscando la manera de sobrevivir. Es fácil observar esta

---

<sup>13</sup> CCH. Area de Ciencias Experimentales. Programas de Estudio para las asignaturas: Biología I y II. 2003. UNAM.



aseveración si comparo grupos de adolescentes del barrio que ya no cursan en ninguna escuela y los alumnos que he tenido en la UNAM. Los muchachos activos laboralmente, son más maduros en cuanto a su devenir, saben que su futuro depende de lo que ellos mismos hagan de sí, mientras que los colegiados todavía piensan en lo que sus padres pueden resolverles.

Al momento en que los alumnos ingresan al CCH (entre 15 y 17 años), éstos se encuentran todavía en etapa de desarrollo físico, lo cual es más marcado en los varones. Las características masculinas en cuanto a lo físico son muy variables: algunos jóvenes muestran todavía rasgos infantiles, lo cual se percibe en el tamaño de su cuerpo, la carencia de vello facial y en raros casos el timbre de la voz. Algunas otras características que sólo se aprecian cuando se les compara al año siguiente, son la estatura y el embarnecimiento del cuerpo en general.

Las mujeres, por su parte, son más heterogéneas en sus rasgos físicos, ya que algunas ya muestran atributos físicos adultos, mientras que otras todavía tienen características de púberes, esto se nota también comparativamente al inicio de curso y fin de año, ya que entre ese lapso parecen mejor detallados sus caracteres sexuales secundarios.

Los cambios anteriormente señalados se reflejan en otros aspectos sociales. Las chicas que han madurado físicamente más rápido, por lo general, se relacionan con otras que han tenido el mismo proceso, marginando de alguna manera a las chicas menos desarrolladas físicamente. Las primeras gozan del aprecio de los chicos y su popularidad es inminente entre el bando masculino, pero consideran a sus compañeros de clase demasiado pequeños para ellas, por lo que buscan a jóvenes de más edad, muchas de ellas por lo general tienen novios fuera de la escuela y éstos pueden ser desde vecinos, los conductores del transporte público, alumnos de la FES Acatlán, entre otros. El rendimiento académico en estas chicas es muy variable, pues hay quienes ponen más atención en los eventos donde se puedan lucir hasta aquéllas que a pesar de su popularidad le dedican buen tiempo a sus clases. Las chicas menos desarrolladas tienen a ser más reservadas y muy tímidas en algunos casos, por lo general usan ropa menos ajustada y que cubra lo más posible y su rendimiento académico también es muy variable, ya que algunas de verdad tienen muy baja autoestima. Se podría concluir que el grado de desarrollo físico, ya sea de más o de menos, genera un problema de rendimiento académico cuando no se sabe aceptar o adaptar a su situación. En los varones estos problemas de desarrollo físico no son tan notorios, ya que la mayoría poseen homogeneidad en su proceso, con sus excepciones.

Tenemos, de acuerdo al grado de madurez mental (Piaget), alumnos que están en el periodo de pensamiento concreto y que gradualmente y en diferentes tiempos van alcanzando el periodo de pensamiento formal. Al parecer hay una buena diferencia de maduración en cuanto al sexo, ya que las mujeres adquieren primeramente el pensamiento formal, incluso muchas de ellas entran con él, mientras que algunos varones lo logran hasta el transcurso del quinto semestre, esto es durante su último año en el Colegio. Lo anterior lo baso en el grado de abstracciones que el alumno tiene que hacer en la materia de biología al enfrentar un problema y buscar posibles hipótesis para la solución del mismo. Otra explicación, aunque de índole diferente, tal vez sería la carencia, de parte de

éstos, de estrategias de aprendizaje. De una u otra manera, la madurez emocional y la psicológica no pueden alcanzarse sin el autodescubrimiento.

Es también notoria en esta etapa, la adquisición de la identidad por parte de estos alumnos. De acuerdo a Muuss. (1995), el joven adolescente "está aprendiendo quién es, qué siente, qué puede hacer y qué desea llegar a ser, y debe diferenciarse de la cultura en que se ha criado y de las personas, pertenecientes a esa cultura, de las que ha dependido" (p.206). La mayor parte del tiempo se preocupan por saber cómo los van a juzgar los demás, principalmente sus compañeros más cercanos. Por otro lado es frecuente observar que hacen de sus experiencias algo único y señalan que nadie puede sufrir, amar, odiar, etc. como ellos lo hacen y por lo mismo creen que están en el centro de la acción. Esto es notorio cuando se les pide un trabajo en equipo y comienzan a aparecer los problemas entre ellos, cuando se les cuestiona a cada uno por separado, cada uno argumenta que el trabajo sin su intervención no hubiera salido, ya que comentan que son los que convocan al trabajo, son los que hacen la mayoría de las cosas, los que están al pendiente, pero les preocupa que sus compañeros no se enteren de dichos testimonios porque quieren pasar como héroes anónimos y sobre todo señalan que nadie les comprende, por más que se esfuerzan no logran dar gusto a nadie.

La forma en la que los alumnos del CCH aprenden, parece estar en acuerdo sobre lo que Gardner refiere en su "teoría de inteligencias múltiples", ya que tenemos alumnos que aprenden más con métodos expositivos, otros aprenden con técnicas audiovisuales, algunos con la lectura o la escritura, etc. (Contreras, 2004).

Tres son los ámbitos fundamentales o agentes de socialización e inserción social de los jóvenes: la familia, la escuela, el trabajo. Aunque quizás también convenga señalar las propias organizaciones juveniles formales e informales.

Se ha manejado que los jóvenes poseen sus propios ritos y medios de identificación, que para algunos autores es una cultura y para otros una subcultura (Rice, 2000). El joven del CCH sé "mimetiza" a lo que se impone en el ambiente: modas, músicas, actitudes, etc. Deja de ser él mismo y se transforma en un ser exactamente igual a todo el mundo y tal como los demás esperan. Prefiere el anonimato, no distinguirse del resto. Los grados de socialización entre los adolescentes del CCH varían de acuerdo a múltiples factores y siempre en función de gustos e ideas similares. La identificación con un grupo u otro puede darse por convergencia en gustos musicales, por aficiones deportivas, artísticas, pasatiempos, grupos sociales, proximidad en las viviendas, gustos exóticos, etc.

En algunos casos es fácil identificar a estos grupos en el Colegio, como los darketos, que siempre visten prendas oscuras, pero que hay una amplia serie de opciones y códigos internos que los caracterizan, así podemos señalar a los cholos, los skatos, los punks, los fresas, los homosexuales. Si nos fijamos en sus actividades tenemos a los atletas (que además la mayor parte del tiempo están en las canchas), los que realizan juegos de roles, los que intercambian estampitas, los alcohólicos, los fumadores, los activistas (que siempre se la pasan convocando a paros y protestando contra la dirección), los que molestan (asaltan) a sus compañeros y los aislados. Si observamos sus gustos están los cantantes, los bailadores, los teatreros, los roqueros, los apasionados por el fútbol (que no se

consideran deportistas porque no lo practican, sólo andan con sus playeras), entre otros. Pero un código universal entre ellos, es la pérdida del nombre propio y la sustitución por el "güey" tan impersonal y tan generalizado.

Los alumnos del Colegio manifiestan en muchos de los casos una falta de respeto hacia los valores sociales, en muchos casos hacen burla de otras personas cuando están fuera del plantel. Es común ver en los transportes colectivos a grupos de ceceacheros molestando a otras personas por el simple placer de hacerlo. También es muy común verlos grafitando todo tipo de superficies, paredes, puertas, ventanas, mesas, etc. tanto dentro como fuera del plantel. Algunos jóvenes tienen la mala costumbre de interrumpir las clases para sacar a uno de sus compañeros y comentar chismes, en otros casos, los alumnos quieren entrar y salir de una sesión a la hora que mejor les place. Otros más se ponen a cantar, bailar o gritar a fuera de los salones a sabiendas que hay clase en su interior. Los más descarados sacan su teléfono celular y a mitad de clase se ponen a platicar con su novi@. En estas situaciones es cuando algunos alumnos incluso llegan al reto con los profesores, si saben que un maestro impone reglas para que esas acciones no se cometan, las realizan deliberadamente para medir hasta donde uno es capaz de mantenerlas.

Estos jóvenes actuales, desde mi perspectiva, parecerían tener el alma más frágil y débil (no por culpa propia) porque tienen diferentes tipos de carencias. Se les habla poco de ejercitar y desarrollar la voluntad y la fuerza interior. "Los ideales" de superación han sido sustituidos por los "deseos" de cosas. Y los jóvenes se han convertido en un mecanismo de deseos que se pueden tentar, dirigir y manipular a través del mundo de las sensaciones e imágenes. Los jóvenes de hoy buscan mucho la aproximación física y el contacto entre sí, a los pocos días de conocerse se permiten entre ellos besos, abrazos y múltiples síntomas de cercanía física, que anteriormente no era frecuente. Es un reflejo social ya que el hombre de hoy rige su conducta, no por el principio de superación y sacrificio, sino por el principio de no-frustración.

De acuerdo a Los hogares de México publicado por el INEGI (2000), el 32.8% de los más de 16 millones de hogares en nuestro país está encabezado por jóvenes entre los 20 y 34 años. En este documento también se apunta que la población en los hogares mexicanos es fundamentalmente joven: 38.7% de la misma tiene menos de 14 años y 29.5% entre 15 y 29 años, que es el rango que nos interesa. El tamaño promedio de las familias en esos rangos de edad oscila entre los 3.6 y 4.6 miembros.

El concepto de familia ha sido definido por diferentes disciplinas, cada una con su enfoque propio; la psicología familiar la concibe como un campo de diferentes personalidades que interactúan bajo una compleja organización interna. Entendida así la familia, implica que cada miembro tiene una individualidad que lo diferencia de otros. El concepto contiene una dimensión relacional y otra organizativa, es decir, que los miembros establecen relaciones con contenidos afectivos, emotivos y de comunicación, y que a su vez, los diferentes miembros en su conjunto adoptan una forma de organización que incluye casi todas las conductas individuales y grupales que tienen que ver con las normas, límites, fronteras, formas de comunicación, de solución de problemas, de manifestación de afectos, sentimientos de bienestar y de agresión, tradiciones, ritos, costumbres, cultura y

valores, entre otros. Este último enfoque lleva implícito la transmisión de una amplia gama de conductas que integra el individuo a su personalidad, que las internaliza y las hace propias. De ahí la importancia de la familia en el aprendizaje y socialización del individuo, desde su llegada.

Cada familia elige, cuándo es tiempo de llevarlo a la escuela, algunos padres eligen con cuidado la institución que consideran adecuada para su hijo, pues en ella estarán depositando parcialmente la responsabilidad de educarlo en determinadas áreas.

Cuando llegan al bachillerato se establecen dos caminos: el primero es cuando los padres siguen teniendo una participación activa en la selección y orientan, sugieren o persuaden al hijo para que se inscriba en el bachillerato de la UNAM (entiéndase que en la mayoría de los casos la inclinación es hacia la Escuela Nacional Preparatoria, sobre todo por el desconocimiento o mala información que se tienen de los CCH's); el segundo caso es cuando se le da al adolescente la oportunidad de que elija dónde quiere él continuar sus estudios. En ambos casos también depende de que acrediten el examen para el bachillerato y con buena calificación para que el sitio que seleccionaron les sea otorgado.

En cursos de ambientación (sesiones de una semana en las que se les explicaba a los novales bachilleres las bases del Colegio) se les cuestionó a los jóvenes el por qué habían seleccionado el CCH como escuela para continuar sus estudios. La mayoría señalaron que ahí los habían mandado; otros lo eligieron porque parientes suyos habían cursado ahí o sus padres se los recomendaron por la cercanía a sus hogares. Lo interesante es que ninguno lo selecciona por las características propias de su sistema educativo. Una conclusión a priori es que los jóvenes cuando ingresan no tienen la madurez necesaria para elegir su futuro educativo.

La escuela cumple una función siempre complementaria en la educación, que no puede responsabilizarse de toda ella, ya que tiene sus fines y asignaturas propias. Y entendemos que la familia es el escenario apropiado para entrenarse y descubrir la alegría de compartir y de preocuparse de los demás ayudando a sus hijos en una buena elección educativa. Pues lo que se aprende en la familia permanece toda la vida.

A partir de la aparición del programa de "Tutorías" implementado hace unos pocos años en el CCH, ha existido un mayor acercamiento de algunos profesores con los familiares de los alumnos. Parece ser que el propósito es combatir algunos problemas que se han detectado en los estudiantes, como la deserción, el ausentismo, bajo rendimiento escolar, entre otros y se busca hacer un frente común entre el Colegio y la familia.

Algunos de los jóvenes del Colegio trabajan y tienen que combinar ambas actividades. Unos trabajan en los negocios familiares y otros en empleos tales como cerillos, ayudantes de mecánico, promotores, abarroteros, cajeros, afanadores, vendedores, albañiles y muchos otros.

La mayoría de los jóvenes que trabajan son más responsables en su conducta escolar, pero otros son chantajistas y deshonestos. Los primeros se esfuerzan demasiado pero problemas como incompatibilidad de horario, falta de entrega de trabajos o tareas, inasistencias, hacen que tengan un bajo promedio escolar o que deban algunas materias. Los segundos se esconden tras su papel de trabajadores

para obtener mejores números en su calificación, al hacerse los mártires tanto con los profesores como con sus compañeros, en algunos casos, suelen ser solapados y encubiertos, pero su rendimiento académico por lo regular también es bajo. Los verdaderamente interesados en salir adelante, a pesar de sus trabajos, son jóvenes que han dejado atrás su adolescencia y que han madurado a fuerza de su labor, manifiestan una inconformidad con su actual empleo y están decididos a superarse, pero a veces la vida no les da esa oportunidad por que el sistema de Colegio no se los permite, esto se ha enfatizado a raíz del cambio de turnos de cuatro a sólo dos y a que los horarios que deben cubrir son más extensos.

Por lo regular los estudiantes del Colegio gozan de buena salud, la minoría que presenta problemas la podríamos distribuir en los siguientes padecimientos: los anémicos, quienes por su origen humilde, acuden al colegio con serios problemas de alimentación o aquellas chicas que por cuestiones estéticas deciden perder peso de manera no controlada (anoréxicas y bulímicas) y realmente son escasas; los que presentan algún padecimiento físico, arritmias, asma, falta de algún miembro o incapacidad del mismo, ceguera; los tabaquistas, alcohólicos o drogadictos. Todos los casos anteriores tienen una frecuencia muy baja en el plantel y no se diga de otras enfermedades raras (por su frecuencia).

Las aparentemente duras jornadas semanales de los jóvenes, tienen un desahogo el fin de semana. Entre las doce de la noche del viernes y las tres de la mañana sabatina ellos parten a "pasar" la noche en centros de entretenimiento o fiestas. Con suerte, los quince o veinteneros regresan ilesos a sus hogares de madrugada, o ya entrada la mañana. El sábado ellos duermen hasta las dos o tres de la tarde para repetir la jornada por la noche, o sea que estos muchachos pasan 24 horas seguidas sin dormir. Para los padres, esta situación que se repite durante todo el año conduce a severos enfrentamientos familiares. Son preocupantes los daños morales o mentales que esto puede acarrear para toda la vida, cuando no el alcoholismo o la drogadicción crónicas. Pero también preocupante son los riesgos de un accidente en el transporte nocturno o su exposición a mayores peligros.

En lo referente a las drogas, es de esperarse que la más consumida en el CCH Naucalpan sea el tabaco. A simple vista el vicio del tabaco aumenta al mismo tiempo que el alumno en el Colegio, haciendo una estimación ligera se podría decir que durante el primer año uno de cada 10 alumnos fuman; en el segundo ciclo se podría afirmar que cuatro de cada diez lo hacen y en el tercer año la cifra ya es para reflexionar, entre 7 y 8 de cada diez lo hacen. Como se menciona en una de los capítulos de Rice (2000: p.242), el hecho de pertenecer a un grupo social implica imitar o adoptar sus conductas (ya sea considerado un grupo formal o uno informal) y yo estoy seguro que esa es una de las principales causas del aumento de la cifra, aún por encima de la publicidad que hay en los medios al respecto.

El segundo estupefaciente más consumido por los escolapios de Naucalpan es el alcohol, las cifras también son de alarma, pues a simple vista podría afirmar que 4 de cada diez alumnos consumen bebidas embriagantes y la mayor demanda está en la cerveza, la cual se encuentra con gran facilidad en los alrededores del Colegio y la cual se introduce al mismo con gran facilidad. Lo peor del caso es que

se podría considerar a uno de cada veinte alumnos alcohólico. Los viernes por la tarde en el plantel es muy común ver a los alumnos bajo el efecto del alcohol. Las pastillas de menta entre las chicas son comunes para disimular el aliento, o el exceso de perfume y entre los jóvenes el cigarro.

Es increíble ver lo que estos narcóticos se han difundido entre las mujeres y podría argumentar con leve margen de error que la estadística es tres a uno, es decir que actualmente por cada tres varones que toman hay una chica que lo hace sin control. Con respecto a otras drogas éstas todavía se mantienen ocultas, por fortuna, entre los estudiantes y no podría señalar cuáles o de qué tipo son.

Resulta prioritario que los docentes nos percatemos de estos problemas cuando un adolescente no rinda adecuadamente, para hacer una valoración muy cuidadosa e identificar apropiadamente las causas para poder manejarlas en forma conveniente y evitar el fracaso escolar.

En lo referente a la conducta sexual, existe una gran libertad para que los jóvenes la expresen en el Colegio, basta con darse una vuelta por el plantel para darse cuenta que en cualquier zona hay parejas de heterosexuales y de homosexuales. Sin embargo esta libertad es mal comprendida por los jóvenes y ha derivado en un problema serio, el embarazo juvenil.

El número de embarazos adolescentes ha aumentando de manera considerable (tanto en el Colegio como en el país) ya que alcanza grandes cifras y altas proporciones (alrededor de 450 000 nacimientos anuales en los últimos lustros, equivalentes aproximadamente al 15% del total<sup>14</sup>). Mencionaba que es común ya que por lo menos exista una embarazada en los cursos de quinto semestre.

En los últimos diez a quince años ha aumentado significativamente la preocupación de diversos sectores sociales en México por el fenómeno del embarazo adolescente, lo cual se ha traducido en políticas y programas -de población, de salud, de educación, sociales- en los cuales tienden a invertirse recursos humanos y económicos crecientes. El embarazo adolescente es un problema social y público, ya que atañe a la sociedad estudiantil en su conjunto y no solamente a las personas y familias involucradas, por cuatro aspectos: a) su incremento; b) su contribución al crecimiento acelerado de la población; c) sus efectos adversos sobre la salud de la madre y del niño; y, d) su contribución al no egreso escolar, sobre todo, de las chicas.

Un problema relacionado con el embarazo es el de los abortos clandestinos, los cuales han sido la forma de “arreglar” el problema, según lo expresado por un par de alumnas que me lo han contado. Sin embargo el riesgo que hay en esta práctica es alto. No podría precisar estos datos sobre embarazo y abortos en cifras, pero parece que van en aumento.

### **2.1.3.2 Los profesores**

En este apartado nos ocuparemos de los profesores del CCH Naucalpan y de su ejercicio de la docencia. Para iniciar este apartado comenzaremos con una revisión de las función socializadora del docente, basándonos en los escritos de Berger-Luckman (2005) “La construcción social de la realidad”; Bordieu (2003)

---

<sup>14</sup> Datos del INEGI del año 2000

“Capital cultural, escuela y espacio social” y Bourdieu-Passeron (1981) “La reproducción”. Estos autores pertenecen a la nueva sociología de la educación, la cual explora principalmente los temas: la interacción maestro-alumno y los significados que los educadores asignan al conocimiento transmitido en la escuela (sean explícitos o implícitos).

Para su ejercicio, el docente cuenta con la acción pedagógica, su fundamento da una formación social, produce sólo efecto cuando se comunican las posiciones dominantes del sistema, de los grupos o de la clase social dominante, es decir, los significados y se re-produce. Los significados son necesarios en una cultura, en la medida que deben su existencia, a las condiciones sociales de las que son producto<sup>15</sup>.

La acción pedagógica tiende a que se desconozca la verdad objetiva y a que se reconozca la arbitrariedad cultural como legítima y se adquiere por delegación del derecho de violencia simbólica<sup>16</sup> (porque es una imposición de significaciones, arbitraria). El éxito de la acción pedagógica está en función del ethos pedagógico (moral del docente) y del capital cultural.

La condición social de la acción pedagógica para su ejercicio es la Autoridad Pedagógica (el docente) y la autonomía relativa. Las autoridades pedagógicas están autorizadas para controlar su inculcación mediante sanciones socialmente aprobadas, por lo tanto, los receptores están dispuestos a reconocer la legitimidad de la información e interiorizarla.

La acción pedagógica implica un trabajo de inculcación con devoción suficiente para producir una información duradera, o sea un habitus. El trabajo pedagógico tiende a reproducir las condiciones sociales por medio del habitus y su productividad específica se mide por su efecto en la reproducción y por el grado en que el habitus es transferible y exhaustivo reconociendo al hombre plenamente realizado<sup>17</sup>.

Estos procesos de habituación son los que anteceden a toda institucionalización, la que aparece cuando se da una tipificación recíproca de acciones habitualizadas por tipos de actores, ya que es la forma como el mundo social inculca, a través de prácticas permanentes y reiteradas, un conjunto de reglas arbitrarias que los individuos interiorizan, reconocen y ejecutan, los significados, que los educadores asignan al conocimiento transmitido en la escuela (explícitos o implícitos), en virtud de lo cual las relaciones de dominación se tornan naturales e incuestionables.

De acuerdo con Biggs (1989; en González-Pineda 2002), enseñar significa contar con un modelo de docencia que desarrolle y fortalezca las habilidades de saber planear, instrumentar y evaluar las clases, ser capaz de orientar la adquisición de conocimientos de calidad, adaptar materiales didácticos y realimentar el aprendizaje de los estudiantes de manera cotidiana; además de que reflexione sobre la docencia practicada y comparta e intercambie sus experiencias educativas de manera colegiada.

---

<sup>15</sup> Berger y Luckman (2005)

<sup>16</sup> Bourdieu et. al. (1981)

<sup>17</sup> Bourdieu (2003)

En esencia, en la escuela, todos saben lo que hay que hacer. Algunos lo harán bien, otros se limitarán a cumplir con los aspectos formales de su trabajo y, habrá otros, que no son competentes en su tarea. Si bien son muchas las razones que se pueden discutir para explicar y justificar esas situaciones, lo que interesa es indagar cómo los profesores son los que principalmente han construido socialmente su identidad profesional y las posibilidades de educar y formar responsablemente a sus alumnos.

Evidentemente, no tengo el afán perverso de responsabilizar al profesor de todo lo que ocurre en el aula o en la escuela, solo que considero que comprender y analizar los factores que influyen en el ejercicio docente, es una buena manera de aproximación del problema que tiene su origen más allá de la escuela, porque sin duda es el profesor, como actor social, el que por si mismo es parte evidente y tangible del proceso educativo.

La cultura transmite las soluciones históricamente generadas y compartidas de manera colectiva en la comunidad; contribuye a dar sentido, apoyo e identidad a los profesores en su trabajo, de tal forma que aunque en apariencia el profesor se encuentre solo en su aula, jamás lo está, psicológicamente está sometido a la influencia de las perspectivas y orientaciones de sus compañeros.

A. Hargreaves (2005) dice que, a través de un examen de aquellos aspectos que definen la realidad de una cultura, es posible entender las rutinas que una organización ha desarrollado como respuesta a las tareas que enfrenta, esto es, la forma de cultura de los profesores tiene consecuencias muy distintas para su trabajo y para el cambio educativo y una de ellas es el individualismo.

El individualismo representa una barrera real frente a las posibilidades de formación y de mejora de la comunidad escolar. Los cambios que se están produciendo en la sociedad inciden en la demanda de una redefinición del trabajo del profesor y seguramente de la profesión docente, de su formación y de su desarrollo profesional. Hargreaves argumenta que el individualismo, el aislamiento y el secretismo, constituyen una forma particular de la cultura de la enseñanza (creencias, valores, hábitos y formas de hacer las cosas de los profesores).

Hargreaves también refiere que cuando se habla de individualismo no se habla de algo simple, sino de un fenómeno social y cultural complejo, con muchos significados, que no tienen por qué ser necesariamente negativos.

En nuestra realidad cultural (este modelo de bachillerato universitario) dicha problemática sería una de las posibles respuestas a la situación que enfrenta el profesorado en el CCH, porque aunque se trabaje en grupo no se trabaja como equipo.

Lograr el paso de un estadio de individualismo al de un trabajo individual y colegiado, a la vez, es cuestión de un crecimiento cultural por parte del profesor. Basta con enfrentar los prejuicios con los que se llega a la docencia para aceptar que la profesión educativa no es un trabajo solitario y que a medida que se aprende a conciliar entre el trabajo en equipo y el tiempo para la reflexión personal es una forma racional de economizar los esfuerzos y de ordenar las prioridades en un ambiente de trabajo sometido a grandes presiones y limitaciones.

La individualización significa que la biografía personal queda al margen de pautas previas y queda abierta a situaciones en las que cada cual ha de elegir y cómo actuar. Ello supone que el docente ha de aprender los éxitos o



inconvenientes de la vida a partir del propio éxito o fracaso y ha de concebirse a sí mismo como centro de acción, en relación a su propia vida, a sus capacidades, por lo que en la sociedad de la individualización no sólo aumentan los riesgos, sino que surgen nuevas formas cualitativas de riesgos personales y de autoanálisis personal. Por esta razón, el desarrollo de nuevas actitudes requiere también no sólo de un determinado tipo de situaciones sino de procesos de reflexión colaborativa.

En la actualidad las condiciones en las que la juventud se inserta en la sociedad adulta han cambiado con respecto al pasado mediato. Los agentes de socialización de los jóvenes (como la escuela) influyen en la aptitud de éstos para vivir en la sociedad, no tanto por sus proyectos pedagógicos explícitos, sino por la forma en que están organizados y en que funcionan de hecho.

Particularmente en el Colegio, los esquemas teóricos del profesorado tienen su propia historia biográfica, son formas heredadas de pensamiento. El significado y la importancia de una práctica son socialmente construidos porque se valoran por referencia a (1) criterios y tradiciones públicamente compartidos, (2) a los docentes como portadores de estas tradiciones y (3) a la obra de las instituciones creadas para fomentar y sostener estas actividades educativas.

Esas formas de pensamiento son heredadas a través del proceso de enseñanza-aprendizaje, pero también construidas y re-construidas. Lo cierto, es que no es fácil desafiar las imposiciones de la realidad que se han instituido como tal, como tampoco en las aulas escolares para los profesores nos es fácil salir del mundo de la repetición y de las rutinas educativas.

Los profesores debemos evolucionar y desarrollarnos junto con otros actores de la institución educativa, para no solo cumplir cabalmente con las reglas de la administración, sino también para ser verdaderos profesionales, preparados y actualizados, que se identifiquen con su trabajo y por ende que asumen su rol docente con capacidad y compromiso.

### **2.1.3.3 Interacción docente-alumno**

Debido a su complejidad y multideterminación el fenómeno educativo, debe ser explicado no sólo por la psicología, sino desde el enfoque de otras ciencias humanas, sociales y educativas. Por ejemplo, el sociológico y antropológico; el análisis epistemológico de la naturaleza, estructura y organización del conocimiento científico; la reflexión sobre las prácticas pedagógicas y la función reproductora y de transmisión ideológica de la institución escolar, así como el papel de otros agentes socializadores en el aprendizaje del individuo.

El aprendizaje es un proceso que implica un cambio duradero en la conducta o en la capacidad para comportarse de una determinada manera, que se produce como resultado de la práctica o de otras formas de experiencia (Beltrán, 1993; Shuell, 1986 en González-Pineda 2002).

Aunque existe una amplia diversidad de enfoques teóricos en el estudio del aprendizaje, la revisión histórica refleja una consideración del mismo desde una orientación conductista a una cognitiva, sin olvidar las distintas variantes existentes en cada una de ellas y que a continuación bosquejaré de manera breve.

De acuerdo a Gagné (1978), el aprendizaje consiste en un cambio en las disposiciones, o capacidades humanas, de modo permanente y que no puede ser atribuido simplemente al proceso de crecimiento. El aprendizaje supone tres elementos: (1) un aprendiz, (2) una situación estimulante y (3) respuestas dadas por el aprendiz (la conducta de entrada y la conducta final).

El mismo autor, define el aprendizaje como la permanencia de un cambio o disposición humana que no ha sido producido por procesos madurativos, por cierto período de tiempo. Así, el modelo de Gagné y sus procesos pueden ser explicados como el ingreso de información a un sistema estructurado donde esta información será modificada y reorganizada a través de su paso por algunas estructuras hipotéticas y, fruto de este proceso, esa información procesada producirá la emisión de una respuesta.

A partir de 1970-1980 es posible considerar el surgimiento del aprendizaje como construcción del conocimiento (González-Pumariega et al. en González-Pineda 2002). Aquí el papel del aprendiz es el de un ser autónomo que tiene control consciente sobre sus procesos de aprendizaje y posee habilidades metacognitivas (conocimiento sobre los propios procesos cognitivos o sobre los propios procesos de adquisición de conocimiento). A este tipo de aprendizaje se le conoce como significativo.

Bajo este planteamiento, en los cursos de Biología se parte de la concepción de que el aprendizaje es un proceso de construcción mediante el cual los alumnos conocen, comprenden y actúan; que aprender es una actividad de permanente cuestionamiento, y que debe existir interacción entre el sujeto y el objeto de conocimiento. Lo deseable es que los aprendizajes se apliquen a situaciones diferentes, atiendan las nociones fundamentales de la Biología, sean de interés potencial para el alumno y revelen realidades y procesos que contradigan lo intuitivo.

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

En este contexto, el sujeto principal del proceso enseñanza-aprendizaje es el alumno, por lo que las estrategias deberán organizarse tomando en consideración su edad, intereses, rasgos socioculturales y antecedentes académicos. Además, es importante tener presente que el alumno tiene sus propias concepciones e ideas respecto a los fenómenos naturales (teorías implícitas), y para que

reestructure científicamente esas ideas, será necesario propiciar un cuestionamiento sistemático que ponga en juego sus diversas formas de razonar.

El constructivismo postula la existencia y prevalencia de procesos activos en la construcción del conocimiento: habla de un sujeto cognitivo aportante, que claramente rebasa a través de su labor constructiva lo que le ofrece su entorno. Se sustenta en la idea de que la finalidad de la educación que se imparte en las instituciones educativas es promover los procesos de crecimiento personal en el marco de la cultura del grupo al que pertenece (Díaz Barriga, 1998).

Las relaciones sociedad-ciencia-tecnología, en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Biología, son un buen modelo de cómo una disciplina científica puede llegar a modificar los diferentes ámbitos del quehacer social; lo que permite fomentar en el alumno una actitud reflexiva acerca de cómo su actividad personal y social repercute en el manejo y cuidado del ambiente, además de propiciar una actitud ética ante el avance del conocimiento científico y la tecnología, para que perciba tanto sus utilidades en la mejora de la calidad de vida como las consecuencias negativas de su desarrollo. Este eje de enseñanza, además, promueve en los alumnos actitudes y valores que favorecen el estudio y la solución de problemas y necesidades de salud personal y supervivencia global desde una perspectiva científica y social, la emisión de opiniones fundamentadas, así como la toma de decisiones informadas y acciones responsables ante la problemática actual relacionada con esta disciplina.

La interacción docente-estudiante permite una identificación positiva para lograr los objetivos de la instrucción. Pues ella genera un reforzamiento de la motivación al logro, en términos del mejoramiento del yo, el impulso cognoscitivo y una verdadera pulsión filial. El estudiante se ve comprometido a buscar estrategias, métodos y técnicas que le permitan aprender significativamente los conceptos y principios de la asignatura, sustentado en la firme convicción de sentirse orgulloso de sus progresos académicos, los cuales son aupados por su entorno familiar, que incluye a sus amigos y maestros. Lo más importante es que ese aprendizaje le permite intercambiar ideas con sus compañeros y docentes, sin temor a diferir en algunos casos de las ideas de ellos. Ese aprendizaje significativo será la herramienta que lo conducirá al logro de mejores futuros.

Una de las ideas fundamentales que debe aplicarse a cada individualidad, en orden a establecerse su particular estrategia de aprendizaje, es llegar a sentirse bien consigo mismo, pues la manera como se sienta influirá en su desempeño. Realmente, ese sentimiento particular hacia sí mismo se le denomina autoestima (Contreras, 2004); la cual puede ser alta o baja, según las circunstancias y logros que alcance la persona. Cada individualidad en sí, posee una mezcla de ambas; pero, es importante tratar de tener un buen porcentaje de autoestima alta, porque es la clave del éxito personal. Los seres con alta autoestima son hábiles para establecer buenas relaciones interpersonales, en cuanto a que generan un clima de confianza y bienestar. Además, son fáciles para admitir cambios positivos y rechazar actos que puedan lastimar a sus congéneres. Por otra parte, el individuo con alta autoestima establece metas profesionales con gran contenido de eficiencia, eficacia y sabor de autorrealización. De allí que, el individuo con alta autoestima planifica sus estrategias de aprendizaje dentro del contexto del aprendizaje significativo.

Ausubel recomienda la organización y presentación del material. El mediador del proceso debe seleccionar eficaz y eficientemente los materiales y contenidos, según los objetivos; pero tomando muy en cuenta la aplicación de los principios que incluyen las diferencias individuales; es decir, la estructura cognoscitiva, disposición, capacidad intelectual y madurez. Ello le permite ponderar la cantidad de material, la dificultad, el tamaño del paso (secuencia lógica entre una y otra tarea), la lógica interna, la organización y la comunicación eficaz.

Los recursos, como representación de los contenidos, son necesarios para la operatividad didáctica, por sencillos o sofisticados que éstos sean. Los criterios que regulan el proceso de su organización y diseño son: (1) que sostengan al contenido y lo representen; (2) que permitan el acceso a la información de un modo que facilite la percepción de la realidad; (3) que permitan al estudiante operar con ellos, y (4) deben ser concebidos para uno o varios usos específicos por parte de los estudiantes y no sólo como instrumentos complementarios de la actividad del docente. Por lo tanto hay que evaluar las necesidades de los recursos para cada caso y de elegir los más adecuados con respecto al contenido que se está trabajando.

Para precisar lo anterior definiremos con base en Beltrán (1996: en González-Pineda, 2002), lo que son procesos de aprendizaje, estrategia y técnica.

El término proceso de aprendizaje se utiliza para significar la cadena general de macro-actividades u operaciones mentales implicadas en el acto de aprender como por ejemplo, atención, comprensión, adquisición, reproducción o tránsfer, o cualquiera de ellos por separado. Se trata de actividades hipotéticas, encubiertas, poco visibles y difícilmente manipulables. La estrategia consiste en un plan equivalente a un conjunto de pasos que se ejecutan para conseguir una meta completa y la técnica es el equivalente a cada uno de esos pasos. Las técnicas son actividades fácilmente visibles, operativas y manipulables, como por ejemplo hacer un resumen o un esquema (p.98).

Las técnicas son modos, maneras de hacer mejor las cosas, como tales dependen de qué se hace y para qué se hace. Qué se aprende o enseña y para qué se aprende o enseña. Su "valor se adquiere en el uso que se les de y depende de la habilidad con la que se manejen" (García, 1994: en González-Pineda, 2002).

Son dos premisas las que nos permitirán dar sustento a este proyecto: (1) el sacar lo mejor de los estudiantes (educando), y (2) su sentido crítico para que asuman sus papeles educativos por sí mismos. Por un lado, partir de que educar es actuar de tal manera que el educando capte un sentido personal en la realización de valores, obligaciones y virtudes, los cuales constituyen la ética (conjunto de principios y conceptos abstractos sin ninguna aplicación práctica aparente). Por otro lado, y como complemento, que la Pedagogía es el estudio de la educación, el significado de la palabra educación proviene del vocablo **educere** cuyo significado es conducir, guiar y también sacar hacia fuera, desarrollar lo que está implícito. Así, consiste en lograr que una persona haga, por sí misma, lo que debe hacer.

#### **2.1.3.4 Áreas en las que está organizado el CCH**

El Plan de Estudios del CCH está organizado en cuatro áreas académicas: Matemáticas; Historia; Talleres y Ciencias Experimentales. Buscando que sean manifiesto de una cultura básica, entendida como un conjunto de principios de conocimientos que son elementos productores de saber y de hacer por cuya combinación puede accederse a mejores conocimientos y prácticas, proporcionando una toma de conciencia científica, necesariamente participativa y comprometida con la sociedad.

Las cuatro áreas constituyen la columna de aprendizaje del estudiante mientras que los ejes son dos lenguajes: el español y el matemático y dos métodos: el histórico-social y el científico experimental. Con los lemas orientadores de “aprender a aprender, aprender a ser y aprender a hacer”, el Colegio busca la formación de valores, actitudes y normas de comportamiento en sus estudiantes<sup>18</sup>.

#### **2.1.3.5 Nociones básicas del área de Ciencias Experimentales**

En el proyecto original del CCH se plantea que, las materias física, química y biología integran un área académica; asimismo se señala que las ciencias deberán verse con un carácter globalizado, haciendo hincapié en su interacción y la relación teórico práctica.

En el área de experimentales el estudiante adquirirá básicamente las aptitudes y habilidades que caracterizan al pensamiento científico a través de la comprensión y desarrollo del método científico experimental. El alumno aprenderá a razonar, analizar y sintetizar los fenómenos que ocurran en la naturaleza para comprender su funcionamiento y en el mejor de los casos la aplicación que podría dar a dichos fenómenos a través de la ciencia y la tecnología. En todas las disciplinas del área se parte de la concepción de que el conocimiento es un proceso de creación, donde debe existir interacción entre el sujeto y el objeto de conocimiento y que aprender es una actividad en permanente cuestionamiento.

#### **2.1.3.6 Papel que cumple la materia de Biología dentro del Plan de Estudios Actualizado (2004)**

La enseñanza en el bachillerato (como en otros niveles escolares) encierra dos problemas básicos: la información versus la formación que se debe proporcionar al estudiante. La información biológica presenta problemas únicos por la índole de sus contenidos: la cantidad de contenidos, cuáles son adecuados para cada edad y la forma de organizarlos.

Esta información se distribuye en cuatro materias semestrales de Biología, de la I a la IV. donde las dos primeras, que son obligatorias, proveen al estudiante de conocimientos básicos, mientras que las dos restantes son optativas y propedéuticas. Se pretende además:

---

<sup>18</sup> Ibidem, 1996.

- Centrar el estudio en los conceptos básicos de la Biología e incorporarlos a la cultura del estudiante.
- Actualizar e integrar los contenidos, enfoques, estrategias didácticas y metodologías científicas de los cursos de Biología, de acuerdo con la concepción del área, compartida por todas las asignaturas que la integran.
- Integrar los propósitos formativos de los métodos científicos en los contenidos de la materia, al usarlos como eje metodológico en las cuatro asignaturas.
- Integrar la relación entre sociedad-ciencia-naturaleza, para fomentar en el alumno una actitud reflexiva acerca de cómo su vida personal y social repercute en el manejo y cuidado del ambiente, así como de propiciar una actitud ética en relación con las aplicaciones del conocimiento biológico y el desarrollo tecnológico. Además, se busca que contribuya a establecer una relación armónica entre la sociedad y el ambiente.
- Propiciar el desarrollo de habilidades intelectuales que le permitan enfrentar con éxito los problemas relativos a la adquisición de nuevos conocimientos en el campo de la Biología<sup>19</sup>.

La biología en sí misma es reflexiva en el alumno, ya que muchos de los fenómenos que revisamos durante los cursos son cotidianos para ellos, sin embargo la perspectiva con la que se abordan les amplía el panorama sobre el suceso. Lo anterior ha servido para generar un grado de confianza en el que muchos de ellos se acercan a nosotros para preguntar alrededor de problemas relacionados con su salud, su crecimiento o intimidades que ellos consideran. Tanto mujeres como hombres se sientan en la disposición de confiar problemas de carácter personal, ya sean sexuales, de higiene, salud o sociales. Aunque no siempre se tiene la respuesta a la mano, se les ha conducido hacia aquellos compañeros que pudieran darles una mejor orientación.

La materia está orientada a conformar la cultura básica del estudiante e intenta contribuir a la formación de éste mediante los conocimientos propios de la disciplina y de su metodología. Busca que el estudiante adquiera una visión global de las ciencias, con elementos comunes a las diferentes disciplinas del área.

### **2.1.3.7 Mapa curricular de cómo se apoyan e integran los contenidos de la asignatura de Biología**

Siguiendo el eje de aprendizaje planteado por el Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología (CNEB) en la década de los setenta, el Colegio en sus asignaturas obligatorias de Biología, ha planteado como temática principal que sus estudiantes comprendan la Unidad de los seres vivos, la Continuidad de los mismos en el tiempo y en el espacio y los Mecanismos evolutivos que originan su Diversidad. Los contenidos están desglosados en dos semestres obligatorios y dos optativos, con lo que se permite establecer un equilibrio entre los conocimientos teóricos y la práctica, es decir, los contenidos de las asignaturas de

---

<sup>19</sup> Consejo Académico del Bachillerato. (2002). *Núcleo de conocimientos y formación básicos que debe proporcionar el bachillerato de la UNAM.*

Biología I y Biología II buscan atender los conceptos básicos de cada disciplina y las habilidades del estudiante en la aplicación de conceptos científicos en su entorno procurando una nueva actitud ante el mundo que le rodea, además anexa a sus contenidos una visión de cuales son los campos actuales de esa disciplina y sus perspectivas.

Las asignaturas optativas en el 5º y 6º semestres buscan la formación propedéutica del estudiante que quiera acceder a carreras relacionadas con el área de químico-biológicas, por lo que sus contenidos son vistos a otro nivel de profundidad.

En estos dos cursos se continúa y profundiza en la enseñanza de una biología integral que proporcione a los alumnos los conceptos y principios básicos, así como las habilidades, actitudes y valores, que les permitan estudiar y comprender nuevos conocimientos de la disciplina, integrarse a la sociedad de nuestro tiempo y asumirse como parte de la Naturaleza, propiciando una actitud de respeto hacia ella y una ética en cuanto a las aplicaciones del conocimiento.

En el curso de Biología III (sobre el cual nos enfocaremos debido a que fue el que trabajaremos en esta tesis) los contenidos de las bases moleculares, la continuidad, la evolución y la diversidad son presentados en sus dos unidades con el fin de mostrar a los alumnos las bases biológicas que le permitirán entender nuevos conceptos y sirvan para construir conocimientos que den sentido a sus inquietudes profesionales.

Todas las bases ahí aprendidas permitirán al educando entender el cómo funcionan metabólicamente los sistemas vivos y los mecanismos evolutivos que provocan su desarrollo, que dan como resultado la gran diversidad de especies y las tendencias actuales de los estudios biológicos.

El enfoque<sup>20</sup> de la materia es una forma de organizar los temas para darle coherencia como cuerpo de conocimientos, es decir, la perspectiva desde la cual se estructuran los contenidos y se propone la metodología para que los alumnos en su autonomía de aprendizaje se apropien de conocimientos racionalmente fundados en conceptos, habilidades, actitudes y valores que formarán parte de su cultura básica.

La biología se caracteriza tanto por su objeto de estudio, como por los métodos y estrategias que se ponen en juego para construir nuevos conocimientos. El aprender a conocer desde la biología no supone sólo la caracterización de la diversidad de los sistemas vivos y de sus determinantes, sino va mucho más allá e implica que el alumno incorpore en su manera de ser, de hacer y de pensar, una serie de elementos necesarios para desenvolverse en la vida diaria, que lo lleven a cambiar su concepción del mundo.

El enfoque disciplinario tiene como eje estructurante la biodiversidad y cuatro ejes complementarios para construir el conocimiento biológico: **el pensamiento evolucionista**, con lo que se busca dar independencia al discurso biológico y la autonomía de la biología como ciencia; **el análisis histórico** para brindar una visión amplia del quehacer científico considerando el contexto social, metodológico e ideológico de cada época y así comprender el carácter provisional de las distintas explicaciones científicas; **la relación ciencia-sociedad-tecnología**,

---

<sup>20</sup> UNAM.CCH. (2004). Programas de estudio de Biología III y IV.

busca una actitud reflexiva en el alumno acerca de cómo su actividad social repercute en el manejo y cuidado del ambiente, así como el de propiciar una actitud ética en la ciencia; y **las propiedades de los sistemas vivos**, busca el reconocimiento de que los seres vivos son sistemas complejos cuyos componentes están relacionados de modo tal que el objeto se comporta como una unidad y no como un mero conjunto de elementos, es decir una visión integral de la vida<sup>21</sup>.

#### 2.1.3.7.1 Los seres vivos y la energía

En el planeta Tierra la vida depende de la energía procedente del Sol. Sólo una fracción de ésta es transformada por las células de los organismos fotosintéticos, en energía que impulsa los procesos vitales. Los sistemas vivos cambian la energía radiante del Sol en energía química y mecánica utilizada por todo ser vivo. Este flujo de energía es la esencia del sostenimiento de la vida.

Hay dos procesos metabólicos principales y complementarios por los que la energía fluye a través de los sistemas vivos: el anabolismo (construcción) y el catabolismo (degradación).

La energía puede definirse simplemente como la capacidad para efectuar un trabajo (Audesirk, 2003). Hay dos tipos de energía: energía cinética y energía potencial. Ambas, a su vez, existen en muchas formas distintas. Para entender el flujo de la energía necesitamos conocer dos cosas: 1) la cantidad de energía disponible y 2) la utilidad de la energía. Estos son los temas de las leyes de la termodinámica.

#### 2.1.3.7.2 El flujo de energía

Los sistemas vivos convierten la energía de una forma en otra a medida que cumplen funciones esenciales de mantenimiento, crecimiento y reproducción. En estas conversiones energéticas, como en todas las demás, parte de la energía útil se disipa en el ambiente en cada paso.

Las leyes de la termodinámica gobiernan las transformaciones de energía. Éstas definen las propiedades básicas y el comportamiento de la energía.

Primera ley: La primera ley, enunciada por Robert Mayer en 1941 (Lehninger, 1982) establece que la energía puede convertirse de una forma a otra, pero no puede crearse ni destruirse. Esto es, no puede surgir energía de la nada y en consecuencia, la cantidad total de energía en el universo se mantiene constante. Los procesos ordinarios no pueden crear ni destruir energía, pero sí pueden cambiarla de una forma a otra (por ejemplo, de energía química a energía térmica). Por ello la primera ley se conoce como **ley de la conservación de la energía**.

Segunda ley: La segunda ley establece que en el curso de las conversiones energéticas, el potencial termodinámico\* de un sistema en el estado final siempre será menor que el potencial termodinámico del mismo sistema en el estado inicial.

---

<sup>21</sup> UNAM. CCH. (2003). Aprendizajes relevantes.

\* o energía potencial termodinámica



Esto es, cuando la energía se convierte de una forma a otra, la energía útil disminuye; la energía se convierte espontáneamente de formas más útiles a formas menos útiles (Ibidem, 1982).

La segunda ley también nos dice algo acerca de la organización de la materia. Las regiones de energía concentrada suelen ser regiones muy ordenadas. Si no se añade energía al sistema, los procesos espontáneos dan como resultado un aumento en la aleatoriedad y el desorden. Esta tendencia a una pérdida de orden y energía de alto nivel y un aumento de la aleatoriedad, el desorden y la energía de bajo nivel se llama **entropía**.

Para mantener la organización de la cual depende la vida, los sistemas vivos deben tener un suministro constante de energía que les permita desordenar los alrededores para mantener un orden interno de tal manera que se siga cumpliendo la segunda ley de la termodinámica: mantener en el universo la tendencia hacia el desorden creciente.

Las transformaciones energéticas en las células vivas implican el movimiento de electrones de un nivel energético a otro y, frecuentemente, de un átomo o molécula a otro. Las reacciones de oxidación-reducción implican la transferencia de electrones de aquellos átomos o moléculas en un estado relativamente reducido (con mayor poder reductor) a otros átomos o moléculas con mayor afinidad hacia los electrones (con menor poder reductor, llamadas sustancias oxidantes). Un átomo o molécula que pierde electrones se oxida; el que los gana se reduce (Curtis, 2000).

### **2.1.3.7.3 Metabolismo**

El total de las reacciones químicas que ocurren en las células constituyen el metabolismo.

En cualquier sistema vivo el intercambio de energía ocurre a través de miles de reacciones químicas diferentes, muchas de las cuales se producen simultáneamente. La suma de todas estas reacciones se conoce como metabolismo (del griego *metabole*, que significa "cambio"). Si nos limitáramos meramente a enumerar la lista de las reacciones químicas individuales, sería difícil, en verdad, entender el flujo de energía a través de una célula (Lehninger, 1995).

Afortunadamente, hay algunos principios que nos guían por el laberinto del metabolismo celular. Primero, virtualmente todas las reacciones químicas que tienen lugar en una célula involucran enzimas, grandes moléculas de proteína que desempeñan papeles muy específicos. Segundo, los bioquímicos son capaces de agrupar estas reacciones en una serie ordenada de pasos, que comúnmente se llama vía; una vía puede tener una docena o más de reacciones o pasos secuenciales, cada una de las cuales sirve a una función determinada en la célula.

Más aún, ciertas vías tienen muchos pasos en común, por ejemplo, las que están vinculadas con la síntesis de los aminoácidos o de las distintas bases nitrogenadas. Algunas vías convergen; por ejemplo, la vía por la cual se degradan las grasas para producir energía conduce a la vía por la cual se degrada la glucosa para producir energía (Curtis, 2000).

La mayor parte del metabolismo es notablemente similar aún en los organismos más diversos; las diferencias en muchas de las vías metabólicas de los humanos,

los robles, los hongos y las medusas son muy leves. Algunas vías, por ejemplo la glucólisis y la respiración, están en casi todos los sistemas vivos.

Las células también están constantemente involucradas en la ruptura de moléculas de mayor tamaño; proceso denominado catabolismo. El catabolismo cumple con dos propósitos:

- Proporcionar la energía que será usada por el anabolismo y otros trabajos de la célula y
- Suministrar la materia prima que será usada en los procesos anabólicos.

Cada paso en una vía es controlado por una enzima específica. Las reacciones escalonadas de las vías enzimáticas les permiten a las células llevar a cabo sus actividades químicas con una notable eficiencia, en lo que concierne a la energía y

a los materiales.

La presencia de las enzimas es fundamental para que las reacciones químicas puedan ocurrir dentro de una célula viva.

#### **2.1.3.7.3.1 Enzimas**

Las enzimas funcionan como catalizadores biológicos. Así, disminuyen la energía de activación e incrementan enormemente la velocidad a la que se producen las reacciones químicas. Las reacciones catalizadas por enzimas están bajo un estricto control celular. Los principales factores que influyen sobre la velocidad de las reacciones enzimáticas son las concentraciones de enzima y de sustrato y la disponibilidad de los cofactores requeridos. Muchas enzimas son sintetizadas o activadas por las células sólo cuando son necesarias (Alberts, 2002).

Para reaccionar, las moléculas deben poseer suficiente energía, la energía de activación, a fin de chocar con suficiente fuerza para superar su repulsión mutua y debilitar los enlaces químicos existentes. Las enzimas al actuar como catalizadores; disminuyen la energía de activación incrementando enormemente la velocidad a la que se producen las reacciones químicas en las células. Una reacción no catalizada requiere más energía de activación que una catalizada, como sucede en una reacción enzimática. La menor energía de activación en presencia del catalizador frecuentemente está dentro del intervalo de energía que poseen las moléculas, de tal modo que la reacción puede ocurrir rápidamente, sin adición o con poca adición de energía.

Las enzimas son grandes moléculas de proteínas globulares, formadas por una o más cadenas polipeptídicas, cuyo modo de plegamiento asegura que grupos particulares de aminoácidos formen un sitio activo. Cuando las enzimas pierden su estructura tridimensional característica, se dice que están desnaturalizadas. Las moléculas reactivas, conocidas como sustrato, se ajustan con precisión a este sitio activo. Aunque la conformación de una enzima puede cambiar temporalmente en el curso de una reacción, no se altera permanentemente (Ibidem, 2002).

La velocidad de las reacciones enzimáticas también se ve influida por la temperatura y por el pH, que afectan la atracción entre los aminoácidos de la molécula proteica y también entre el sitio activo y el sustrato. Muchas enzimas requieren de cofactores, que pueden ser iones simples, tales como  $Mg^{2+}$  o  $Ca^{2+}$ , o moléculas orgánicas no proteicas conocidas como coenzimas. Muchas coenzimas, como el nicotín-adenin-dinucleótido (NAD), funcionan como transportadores de

electrones, y diferentes coenzimas mantienen a los electrones en niveles energéticos ligeramente distintos. Muchas vitaminas son parte de coenzimas (Lehninger, 1982).

En la interacción entre la enzima y el sustrato, el sitio activo de la enzima se ajusta a la superficie enfrentada del sustrato.

Una forma precisa de control enzimático es la interacción alostérica que ocurre cuando una molécula que puede ser el propio sustrato o distinta del sustrato se combina con una enzima en un sitio diferente del activo y, al hacer esto, lo altera tornándolo funcional o no funcional. La inhibición por retroalimentación ocurre cuando el producto de una reacción enzimática, ya sea al final o en una bifurcación de una vía determinada, actúa como efector alostérico, inhibiendo temporalmente la actividad de una enzima, en un paso anterior de la vía. De esta manera, el efector alostérico puede detener temporalmente la serie de reacciones químicas, pero también la puede promover si el efecto es de cooperatividad positiva.

Las enzimas también pueden estar reguladas por inhibición competitiva, en la cual una molécula, semejante al sustrato normal, compite por el sitio activo. La inhibición competitiva puede ser revertida aumentando las concentraciones de sustrato. Los inhibidores no competitivos se unen en otro sitio de la molécula, alterando la estructura terciaria, de modo que la enzima ya no puede funcionar. La inhibición no competitiva habitualmente es reversible, pero no por el incremento en la concentración de sustrato. Los inhibidores irreversibles se unen permanentemente al sitio activo o desorganizan irreparablemente la estructura terciaria.

#### **2.1.3.7.3.2 El ATP**

Todas las actividades biosintéticas de la célula, muchos de sus procesos de transporte y una diversidad de otras actividades requieren de energía. Una gran proporción de esta energía es suministrada por una sola sustancia: el adenosin trifosfato (ATP).

El ATP es el principal transportador de energía en la mayoría de las reacciones que tienen lugar en los sistemas vivos. Las células son capaces de llevar a cabo procesos y reacciones endergónicas que consumen energía (tales como reacciones biosintéticas, transporte activo o el movimiento de microtúbulos) acoplándolas a reacciones exergónicas que suministran un exceso de energía. Estas reacciones acopladas generalmente involucran a compuestos como el ATP u otros (Lehninger, 1982).

La glucosa y otros carbohidratos son formas de almacenamiento de energía y transferencia de energía de célula a célula y de organismo a organismo. En cierto sentido, son como el dinero depositado en un banco. Sin embargo, el ATP es como el cambio de bolsillo: es la moneda energética de la célula que puede gastarse de inmediato.

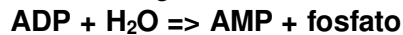
La molécula de ATP está formada por la base nitrogenada adenina, el azúcar de cinco carbonos ribosa y tres grupos fosfato. Los tres grupos fosfato están unidos por dos enlaces covalentes que se rompen con facilidad, produciendo cada uno aproximadamente 7 kilocalorías de energía por mol.

En los sistemas biológicos, las reacciones endergónicas, como las de biosíntesis, se producen gracias a la energía liberada en las reacciones exergónicas con las que están acopladas. En la mayoría de las reacciones acopladas, el ATP es el intermediario que conduce la energía de una reacción a otra.

La estructura interna de la molécula de ATP la hace inusualmente adecuada para este papel en los sistemas vivos. En el laboratorio, la energía se libera de la molécula de ATP cuando se elimina el tercer fosfato por hidrólisis dejando ADP (adenosín difosfato) y un fosfato:



En el curso de esta reacción, se liberan unas 7 kilocalorías de energía por mol de ATP. La eliminación del segundo fosfato produce AMP (adenosín monofosfato) y libera una cantidad equivalente de energía:



Los enlaces covalentes que unen a estos dos fosfatos al resto de la molécula se simbolizan con el signo ~, y durante muchos años se llamaron enlaces de "alta energía", término incorrecto y confuso. Estos enlaces no son fuertes, como los enlaces covalentes entre el carbono y el hidrógeno, que tienen una energía de enlace de 98,8 kcal/mol. Al contrario, son enlaces que se rompen fácilmente y liberan, como se mencionó antes, una cantidad de energía, de aproximadamente 7 kcal/mol, adecuada para impulsar muchas de las reacciones endergónicas esenciales de la célula. Además, la energía liberada no surge totalmente del movimiento de los electrones de enlace hacia niveles energéticos más bajos. Es también el resultado de un reordenamiento de los electrones en otros orbitales de las moléculas de ADP o de ATP. Cada uno de los grupos fosfato lleva cargas negativas y, por eso, tienden a repelerse. Cuando se elimina un grupo fosfato, la molécula sufre un cambio en la configuración electrónica, lo cual da como resultado una estructura con menos energía.

#### 2.1.3.7.3.3 Reacciones de oxidación-reducción

Los electrones poseen diferentes cantidades de energía potencial dependiendo de su distancia al núcleo del átomo y de la atracción ejercida por el núcleo sobre ellos. Un ingreso de energía lanzará a un electrón a un nivel energético más alto, pero si no se añade energía, el electrón permanecerá en el nivel energético más bajo que encuentre disponible.

Las reacciones químicas son, esencialmente, transformaciones de energía en virtud de las cuales la energía almacenada en los enlaces químicos se transfiere a otros enlaces químicos recién formados. En estas transferencias, los electrones se desplazan de un nivel de energía a otro, de un átomo o molécula a otro. Estas reacciones, que son de gran importancia en los sistemas vivos, se conocen como de oxidación-reducción -o redox-. La pérdida de un electrón se denomina oxidación y el átomo o molécula que pierde el electrón se dice que se ha oxidado. La razón de que la pérdida de electrones se conozca como oxidación es que el oxígeno, que atrae muy fuertemente a los electrones, es el que por lo general actúa como aceptor de electrones (Audesirk, 2003).

La reducción es, por el contrario, la ganancia de un electrón. La oxidación y la reducción siempre ocurren simultáneamente, porque el electrón que pierde el

átomo oxidado es aceptado por otro átomo que se reduce en el proceso (como es de esperarse, un electrón no puede ser atraído por el vacío, sino por el núcleo de otro átomo, lo que obliga a que en toda oxidación exista simultáneamente una reducción). En algunas reacciones de oxidación-reducción, como la oxidación del sodio y la reducción del cloro, se transfiere únicamente un electrón de un átomo a otro. Estas simples reacciones son típicas de los elementos o de las moléculas inorgánicas.

En las reacciones de oxidación-reducción en las que está involucrado el carbono como constituyente de la materia orgánica, en vista de que es un átomo más electronegativo que el hidrógeno, tiende a mantener un mayor tiempo los electrones de enlace moviéndose bajo la influencia de su núcleo, por lo que le asignamos un número de oxidación negativo. Si estos hidrógenos se pierden, el carbono aumenta su número de oxidación, es decir, deja de tener el electrón del hidrógeno que le confería más carga negativa.

En estas reacciones -muy comunes entre moléculas orgánicas- la oxidación es la pérdida de átomos de hidrógeno y la reducción es la ganancia de átomos de hidrógeno. Cuando un átomo de oxígeno gana dos átomos de hidrógeno, como se muestra en la figura, evidentemente el producto es una molécula de agua (White, 1983).

En los sistemas vivos, las reacciones que capturan energía (fotosíntesis) y las reacciones que liberan energía (glucólisis y respiración), son reacciones de oxidación-reducción. La oxidación completa de un mol de glucosa libera 686 kilocalorías de energía libre; de modo inverso, la reducción del dióxido de carbono para formar un mol de glucosa almacena 686 kilocalorías de energía libre en los enlaces químicos de la glucosa. Si esta energía fuera liberada de una sola vez, la mayor parte se disiparía como calor. Esto no solamente no sería útil para la célula, sino que la alta temperatura resultante sería letal (Curtis, 2000). Sin embargo, la vida ha evolucionado adquiriendo mecanismos que regulan la marcha de éstas y muchas otras reacciones químicas, de modo tal que la energía se almacena en enlaces químicos particulares de los que puede ser liberada en pequeñas cantidades cuando la célula lo necesite. Estos mecanismos, con la aparición de nuevos tipos de moléculas, permiten un aprovechamiento eficaz de la energía sin alterar el delicado equilibrio que caracteriza a los sistemas biológicos. Implican generalmente secuencias de reacciones, algunas de las cuales son reacciones de oxidación-reducción. Aunque cada reacción en la secuencia representa solamente un pequeño cambio en la energía libre, el cambio global de energía libre para la secuencia puede ser considerable.

#### **2.1.3.7.3.4 Glucólisis y respiración**

La oxidación de la glucosa es una fuente principal de energía en la mayoría de las células. Cuando la glucosa se degrada en una serie de pequeños pasos por medio de enzimas, una proporción significativa de la energía contenida en la molécula vuelve a empaquetarse en los enlaces fosfato de las moléculas de ATP.

La primera fase en la degradación de la glucosa es la glucólisis que se efectúa en el citoplasma de la célula. La segunda fase es la respiración aeróbica, que requiere oxígeno y, en las células eucariontes, tiene lugar en las mitocondrias, mientras que en las procariontes sucede en la cara citosólica de la membrana

celular. La respiración requiere de la realización del ciclo de Krebs y el transporte terminal de electrones acoplado al proceso de fosforilación oxidativa. Todos estos procesos están íntimamente relacionados.

En condiciones anaeróbicas, el proceso de fermentación transforma en etanol o en ácido láctico al ácido pirúvico producido por la glucólisis, recuperando así al NAD en su forma oxidada y estar en condiciones de continuando con la glucólisis (Audesirk, 2003).

Es posible saber cómo y en qué cantidad, la energía química originalmente presente en la molécula de glucosa, se recupera en forma de ATP en el curso de la degradación de ésta en la mitocondria de las células eucariontes. Así, es posible calcular el rendimiento energético global de la oxidación de la glucosa, que puede dar como resultado un máximo de 38 moléculas de ATP, dos de las cuales se consumen en el transporte del NADH formado en el citosol a la matriz mitocondrial. La actividad de la glucólisis y la respiración están reguladas de acuerdo con las necesidades energéticas de la célula

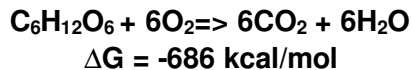
Hasta ahora nos hemos referido a la degradación de la molécula de glucosa, pero otras moléculas alimentarias, que incluyen a las grasas, los polisacáridos y las proteínas, pueden ser también degradadas a compuestos que son capaces de ingresar en las vías centrales -glucólisis y ciclo de Krebs- en diferentes pasos. La biosíntesis de compuestos orgánicos utiliza los compuestos precursores derivados de intermediarios en la secuencia respiratoria y es impulsada por la energía derivada de esos procesos. Así, otras vías catabólicas y anabólicas están también, íntimamente interrelacionadas (Curtis, 2000).

#### 2.1.3.7.3.4.1 Oxidación de la glucosa

Ya se comentó arriba que la oxidación consiste en la pérdida de un electrón y la reducción es la ganancia de un electrón. Dado que en las reacciones de oxidoreducción espontáneas, los electrones van de niveles de energía mayores a niveles de energía menores, cuando una molécula se oxida, habitualmente libera energía. En la oxidación de la glucosa, los enlaces carbono-carbono (C-C), carbono-hidrógeno (C-H) y oxígeno-oxígeno (O-O) se cambian por enlaces carbono-oxígeno (C-O) e hidrógeno-oxígeno (H-O), a medida que los átomos de oxígeno atraen y acaparan electrones. La ecuación resumida de este proceso es:



O bien,



donde  $\Delta G$  significa cambio de energía libre (Lehninger, 1982).

Los sistemas vivos son expertos en conversiones energéticas. Su organización les permite atrapar esta energía libre, de modo que no se disipe al azar, sino que pueda usarse para hacer el trabajo de la célula. Aproximadamente el 40% de la energía libre desprendida por la oxidación de la glucosa se conserva en la conversión de ADP a ATP.

En presencia de oxígeno, el ácido pirúvico que proviene de la glucólisis, entra en el ciclo de Krebs donde se sintetiza más ATP y se transfieren más electrones y

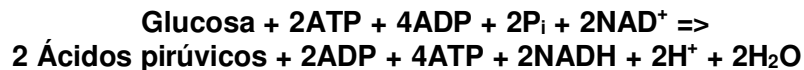
protones a las coenzimas. Estas coenzimasceptoras de electrones transfieren su carga a la cadena transportadora de electrones a lo largo de la cual, paso a paso, los electrones caen a niveles inferiores de energía. A medida que esto ocurre, se fabrica mucho más ATP. Al final de la cadena transportadora, los electrones se reúnen con los protones y se combinan con el oxígeno, formándose agua. En ausencia de oxígeno, el ácido pirúvico puede convertirse en ácido láctico o etanol. Este proceso, llamado fermentación, no produce la misma cantidad de ATP que el proceso aeróbico, pero regenera las moléculas de coenzimaceptoras de electrones, necesarias para que la glucólisis continúe.

#### **2.1.3.7.3.4.2 Glucólisis**

La glucólisis es un proceso en el cual una molécula de glucosa de 6 carbonos se escinde en dos moléculas de 3 carbonos de ácido pirúvico. Este proceso da como resultado un rendimiento neto de dos moléculas de ATP (a partir de ADP y fosfato inorgánico) y dos moléculas de NADH (a partir de NAD<sup>+</sup>).

La glucólisis comienza con una molécula de glucosa. En este proceso, primero se invierte energía por transferencia de un grupo fosfato desde una molécula de ATP, una por cada paso, a la molécula de azúcar. La molécula de 6 carbonos luego se escinde y, de allí en adelante, la secuencia produce energía. En cierto momento se reduce una molécula de NAD<sup>+</sup> a NADH y H<sup>+</sup> almacenándose parte de la energía producida por la oxidación del gliceraldehído fosfato. En los pasos finales dos moléculas de ADP pasaron energía del sistema, fosforilándose a ATP.

Resumiendo: para iniciar la secuencia glucolítica es necesaria la energía de los enlaces fosfato de dos moléculas de ATP. Posteriormente se producen dos moléculas de NADH a partir de dos de NAD<sup>+</sup> y cuatro de ATP a partir de cuatro de ADP:



La ganancia neta, la energía recuperada, es dos moléculas de ATP y dos moléculas de NADH por molécula de glucosa. Las dos moléculas de ácido pirúvico contienen todavía una gran parte de la energía que se encontraba almacenada en la molécula de glucosa original. La serie de reacciones que constituyen la glucólisis se lleva a cabo virtualmente en todas las células vivas, desde las células procarióticas hasta las células eucarióticas de nuestros propios cuerpos (Curtis, 2000).

#### **2.1.3.7.3.4.3 Las vías bioquímicas aeróbicas**

La respiración aeróbica se desarrolla en dos etapas: el ciclo de Krebs y el transporte terminal de electrones. En el curso de la respiración, las moléculas de tres carbonos de ácido pirúvico producido por la glucólisis son degradadas a grupos acetilo de dos carbonos (acetil coenzima A), que luego entran al ciclo de Krebs. En una serie de reacciones en el ciclo de Krebs, el grupo acetilo de dos carbonos es oxidado completamente a dióxido de carbono. En el curso de la oxidación de cada grupo acetilo se reducen cuatro aceptores de electrones (tres NAD<sup>+</sup> y un FAD) y se forma otra molécula de ATP.

En el ciclo de Krebs, los carbonos donados por el grupo acetilo se oxidan a dióxido de carbono y los electrones pasan a los transportadores de electrones. Lo mismo que en la glucólisis, en cada paso interviene una enzima específica. La coenzima A es el nexo entre la oxidación del ácido pirúvico y el ciclo de Krebs. A modo de resumen: en el ciclo de Krebs, por cada acetilo, se producen una molécula de ATP, tres moléculas de NADH y una molécula de FADH<sub>2</sub> que representan la producción de energía de este ciclo. Se necesitan dos vueltas del ciclo para completar la oxidación de una molécula de glucosa. Así, el rendimiento energético total del ciclo de Krebs para una molécula de glucosa es dos moléculas de ATP, seis moléculas de NADH y dos moléculas de FADH<sub>2</sub>.

La etapa final de la respiración es el transporte terminal de electrones, que involucra a una cadena de transportadores de electrones y enzimas insertadas en la membrana interna de la mitocondria. A lo largo de esta serie de transportadores de electrones, los electrones de alta energía transportados por el NADH de la glucólisis y por el NADH y el FADH<sub>2</sub> del ciclo de Krebs van "cuesta abajo" hasta el oxígeno. En tres puntos de su pasaje a lo largo de toda la cadena de transporte de electrones, se desprenden grandes cantidades de energía libre que impulsan el bombeo de protones (iones H<sup>+</sup>) hacia el exterior de la matriz mitocondrial. Esto crea un gradiente electroquímico a través de la membrana interna de la mitocondria. A medida que vuelven a fluir los protones de regreso al interior de la matriz, pasando a través del complejo de ATP sintetasa, y a favor del gradiente electroquímico, la energía liberada se utiliza para formar moléculas de ATP a partir de ADP y fosfato inorgánico. Este mecanismo, en virtud del cual se lleva a cabo la fosforilación oxidativa, se conoce como acoplamiento quimiosmótico (Audesirk, 2003).

Los electrones que son transportados por el FADH<sub>2</sub> se encuentran en un nivel energético ligeramente inferior que los del NADH. En consecuencia, entran en la cadena de transporte más abajo, a la altura de la CoQ. Los electrones finalmente son aceptados por el oxígeno, que se combinan con protones (iones hidrógeno) en solución, para formar agua.

De acuerdo con la teoría quimiosmótica, los protones son bombeados hacia afuera de la matriz mitocondrial (al espacio intermembranoso), a medida que los electrones descienden a lo largo de la cadena de transporte electrónico, que se encuentra en la membrana mitocondrial interna. El movimiento de protones a favor del gradiente electroquímico a través del complejo de la ATP sintetasa, suministra la energía por medio de la cual se regenera el ATP a partir del ADP y el fosfato inorgánico. El número exacto de protones bombeados fuera de la matriz, a medida que cada par de electrones desciende a lo largo de esta cadena, aún debe ser determinado, al igual que el número que debe fluir a través de la ATP sintetasa por cada molécula de ATP que se forma. Se estima que la membrana interna de una mitocondria, en la célula hepática, tiene más de 10 000 copias de cadenas transportadoras de electrones y complejos ATP sintetasa (Curtis, 2000).

#### **2.1.3.7.3.4.4 Las vías bioquímicas anaerobias**

En ausencia de oxígeno, el ácido pirúvico puede seguir una de varias vías llamadas anaeróbicas. Veremos brevemente dos de las vías anaeróbicas más interesantes. El ácido pirúvico puede convertirse en etanol (alcohol etílico) o en



uno de varios ácidos orgánicos diferentes, de los cuales el ácido láctico es el más común. El producto de reacción depende del tipo de célula. Por ejemplo, las levaduras, presentes como "florescencias" en el hollejo (la cáscara) de las uvas, pueden crecer con o sin oxígeno. Cuando los jugos azucarados de las uvas y de otras frutas se extraen y se almacenan en condiciones anaeróbicas, las levaduras transforman el jugo de fruta en vino, convirtiendo la glucosa en etanol. Cuando el azúcar se agota, las levaduras dejan de funcionar; en este momento, la concentración de alcohol es entre 12% y 17% dependiendo de la variedad de uvas y de la estación en la cual fueron cosechadas.

En alguna de las etapas de la fermentación alcohólica se desprende dióxido de carbono. En una etapa posterior, se oxida el NADH y se reduce el acetaldehído, convirtiéndose en etanol. La mayor parte de la energía química de la glucosa permanece en el alcohol, que es el producto final de la secuencia. Sin embargo, regenerando  $\text{NAD}^+$ , estos pasos permiten que la glucólisis continúe, con su pequeño, pero en ciertas condiciones, vitalmente necesario rendimiento de ATP (Alberts, 2002).

El ácido láctico se forma a partir del ácido pirúvico, por acción de una variedad de microorganismos y también por algunas células animales cuando el  $\text{O}_2$  es escaso o está ausente. En el curso de esta reacción, el NADH se oxida y el ácido pirúvico se reduce. Las moléculas de  $\text{NAD}^+$  producidas en esta reacción se reciclan en la secuencia glucolítica. Sin este reciclado, la glucólisis no puede seguir adelante.

En vertebrados la acumulación de ácido láctico da como resultado dolor y fatiga muscular. Por ejemplo, se produce en las células musculares durante ejercicios intensos, como en el caso de una carrera. Cuando corremos rápido, aumentamos la frecuencia respiratoria, incrementando de este modo el suministro de oxígeno, pero incluso este incremento puede no ser suficiente para satisfacer los requerimientos inmediatos de las células musculares (Audesirk, 2003). Sin embargo, las células pueden continuar trabajando y acumular lo que se conoce como deuda de oxígeno. La glucólisis continúa, utilizando la glucosa liberada por el glucógeno almacenado en el músculo, pero el ácido pirúvico resultante no entra en la vía aeróbica de la respiración sino que se convierte en ácido láctico que, a medida que se acumula, disminuye el pH del músculo y reduce la capacidad de las fibras musculares para contraerse, produciendo la sensación de fatiga muscular. El ácido láctico se difunde en la sangre y es llevado al hígado. Posteriormente, cuando el oxígeno es más abundante (como resultado de la inspiración y espiración profunda que siguen al ejercicio intenso) y se reduce la demanda de ATP, el ácido láctico se resintetiza en ácido pirúvico y nuevamente en glucosa o glucógeno.

¿Por qué el ácido pirúvico se convierte en ácido láctico sólo para volver a convertirse en ácido pirúvico? La función de la conversión inicial es simple: usa el NADH y regenera el  $\text{NAD}^+$ , sin el cual la glucólisis no podría continuar.

#### **2.1.3.7.3.5 Rendimiento energético global de la respiración**

(1) La glucólisis (en el citosol) produce dos moléculas de ATP directamente y dos moléculas de NADH.

(2) La conversión de ácido pirúvico en acetil CoA, que ocurre dentro de la membrana externa de la mitocondria, produce dos moléculas de NADH por cada molécula de glucosa y rinde seis moléculas de ATP/NADH, considerando que el NADH impulse el flujo a través de la cadena respiratoria.

(3) El ciclo de Krebs, que se desarrolla en la matriz mitocondrial, produce dos moléculas de GTP (que formarán dos moléculas de ATP), seis de NADH y dos de FADH<sub>2</sub>, o un total de 24 moléculas de ATP por cada molécula de glucosa.

Así la producción total a partir de una molécula de glucosa es un máximo de 38 moléculas de ATP (2 + 12 + 24), sin embargo, se consumen dos moléculas de estas 38, para promover que el NADH que se formó en el citosol (glucólisis), transfiera sus electrones al NAD<sup>+</sup> mitocondrial, que es el que tiene acceso a la membrana interna de la mitocondria y en consecuencia, a la cadena respiratoria.

El cambio de energía libre ( $\Delta G$ ) que ocurre durante la glucólisis y la respiración es -686 kilocalorías (Kcal) por mol.

Aproximadamente 266 Kcal por mol (7 Kcal por cada uno de los 38 moles de ATP) han sido capturadas en los enlaces fosfatos de las moléculas de ATP, que equivale a una eficiencia de casi 40 por ciento.

Las moléculas de ATP, una vez formadas, son exportadas a través de la membrana de la mitocondria por un sistema de cotransporte que al mismo tiempo ingresa una molécula de ADP por cada ATP exportado.

En algunas células, el costo energético de transportar los electrones del NADH formado en el citosol mediante la glucólisis, hasta el componente de la cadena respiratoria ubicado en la membrana interna de la mitocondria, es una merma en la producción neta de estos 2 NADH, que se reduce de 6 a 4 ATP; así, la producción máxima total en estas células es 36 ATP. El número exacto de moléculas de ATP formadas depende de cuánta energía del gradiente protónico se utiliza para impulsar otros procesos de transporte mitocondriales y del mecanismo mediante el cual son transportados a la cadena respiratoria los electrones de las moléculas de NADH formados en la glucólisis. Generalmente, casi 40% de la energía libre producida en la oxidación de la glucosa se retiene en forma de moléculas de ATP recién sintetizadas (Lehninger, 1995).

#### **2.1.3.7.3.6 Regulación de la glucólisis y la respiración**

Los procesos de oxidación de la glucosa y la respiración aeróbica están finamente regulados de modo que la célula disponga siempre de cantidades adecuadas de ATP. La regulación se lleva a cabo mediante el control de enzimas que participan en pasos claves de esta vía metabólica. La glucólisis está sincronizada con las necesidades energéticas de la célula; a través de un mecanismo de retroalimentación, la fosfofructoquinasa (enzima que interviene en la segunda reacción de las comprendidas en la glucólisis) es inhibida por altas concentraciones de ATP, aun cuando el ATP es también un sustrato de esta reacción. El ATP, por otra parte, es un inhibidor a través de una interacción alostérica con la citrato sintetasa (enzima que cataliza el primer paso del ciclo de Krebs). Por lo tanto, altas concentraciones de ATP bloquean el proceso oxidativo del acetil CoA que lleva a la producción de NADH y FADH<sub>2</sub>. A su vez, la reacción enzimática que lleva a la formación del acetil CoA (catalizada por la piruvato

deshidrogenasa), sustrato del ciclo de Krebs, está regulada negativamente por la concentración del producto (es decir, por la Acetil CoA) (Lehninger, 1982).

Los electrones continuarán fluyendo a lo largo de la cadena de transporte de electrones, suministrando energía para crear y mantener el gradiente de protones, solamente si se dispone de ADP para convertirse en ATP. Así, la fosforilación oxidativa está regulada por el suministro y la demanda. Cuando los requerimientos energéticos de la célula disminuyen, se usan menos moléculas de ATP, hay menos moléculas de ADP disponibles y el flujo electrónico disminuye.

La regulación enzimática por retroalimentación permite controlar las velocidades de reacción en forma casi instantánea en respuesta a fluctuaciones en el metabolismo. Sin embargo, las células tienen otros mecanismos de regulación enzimática a más largo plazo. Estos últimos involucran a la fosforilación que es llevada a cabo por las quinasas. La fosforilación de enzimas específicas puede activarlas, y así se regulan ciertos procesos metabólicos. Además la remoción de grupos fosfato por parte de las enzimas fosfatasas también interviene en la regulación metabólica.

Las familias de enzimas denominadas quinasas y fosfatasas adicionan o remueven un grupo fosfato a otra molécula respectivamente. La transferencia de grupos fosfato -o fosforilación- cumple un papel importante en la regulación de muchas reacciones químicas de la célula.

#### **2.1.3.7.3.7 Otras vías catabólicas y anabólicas**

La mayoría de los organismos no se alimentan directamente de glucosa. ¿Cómo extraen energía de las grasas o de las proteínas? La respuesta radica en el hecho que el ciclo de Krebs es un gran centro de comunicaciones para el metabolismo de energía. Otros alimentos son degradados y convertidos a moléculas que pueden entrar en esta vía central.

Dado que muchas de estas sustancias, como las proteínas y los lípidos, pueden degradarse y entrar en la vía central, se puede suponer que es posible el proceso inverso, o sea, que los distintos intermediarios de la glucólisis y del ciclo de Krebs pueden servir como precursores para la biosíntesis, y así es. Sin embargo, las vías biosintéticas, aunque son semejantes a las catabólicas, se diferencian de ellas. Hay enzimas diferentes que controlan los pasos y hay varios pasos críticos del anabolismo que difieren de los de los del catabolismo (Curtis, 2000).

Para que ocurran las reacciones de las vías catabólica y anabólica debe haber un suministro constante de moléculas orgánicas que puedan ser degradadas para producir energía y deben estar presentes moléculas que serán los ladrillos de construcción. Sin el suministro de estas moléculas, las vías metabólicas dejan de funcionar y la vida del organismo finaliza. Las células heterótrofas (incluyendo a las heterótrofas de los vegetales, tales como las células de las raíces) dependen de fuentes externas, específicamente de células autótrofas, para obtener las moléculas orgánicas que son esenciales para la vida. Las células autótrofas, por el contrario, son capaces de sintetizar monosacáridos a partir de moléculas inorgánicas simples y de una fuente externa de energía. Luego, estos monosacáridos se utilizan no sólo para suministrar energía, sino también como sillares de construcción para la variedad de moléculas orgánicas que se sintetizan en las vías anabólicas. Las células autótrofas más importantes, sin lugar a dudas,

son las bacterias fotosintéticas, las células fotosintéticas de las algas y las plantas, que capturan la energía de la luz solar y la utilizan para sintetizar las moléculas de monosacáridos de las cuales depende la vida en este planeta.

## **2.2 Las nuevas tecnologías de la información y comunicación**

Con el término “Nuevas Tecnologías de la información y Comunicación” se ha intentado englobar a todas ellas en lo que se considera una categoría abierta a la que se incorporan cada día nuevos desarrollos y dispositivos tecnológicos. La importancia de los medios de comunicación de masas, como el cine, la televisión las revistas y lo que se ha llamado las **nuevas tecnologías multimedia** (NTM), constituyen un tópico en la sociedad actual.

Según Martínez (1996), en estos momentos el uso del adjetivo “nuevas” en la denominación de las NTM, está empezando a adquirir el valor de sustantivo, convirtiéndose en el elemento fundamental de las mismas y desbordando el concepto de tecnología.

Uno de los dispositivos tecnológicos que poseemos, ahora más común, es la denominada computadora personal (PC, por sus siglas en inglés). Lo tenemos en los hogares, las oficinas y en las escuelas. Dentro del proceso de transmisión de datos estructurados de acuerdo con cierto código, la computadora tiene un tiempo corto de ser usada socialmente para algo más que procesar datos o información. Se utiliza como instrumento para producir información y comunicación, como banco para almacenar la información en grandes volúmenes, como canal para intercambiar o extraer información a grandes distancias, como medio de comunicación interpersonal o mediada; tal como se hace con el teléfono o con el periódico, el cine y la televisión.

Pero aún dentro de este último uso, como medio de comunicación e información, la computadora presenta novedades. Una de esas novedades son los paquetes o programas de computación interactiva o multimedia. Que llaman poderosamente la atención porque permiten al usuario intervenir para elegir la forma en que el programa se ha de recorrer o de desarrollar. En estos paquetes se pueden decidir alternativas para el desarrollo del mismo.

### **2.2.1 Multimedia**

En el concepto multimedia están implicados varios medios o aparatos. Estos pueden ser elementos como CDs (del inglés Compact Disc) o dispositivos distintos interconectados, presentarse como módulos, o como un único producto representado por la PC. Cada medio (o cada componente de un único aparato que procesa textos, imagen, gráficos y sonido) trabaja con documentos específicos, cada uno con su función, y, si estos documentos están bien integrados, entre todos ellos forman un nuevo documento audiovisual distinto que podemos llamar documento multimedia, o en este caso un disco multimedia o interactivo (Vega et al., 2004).

En torno al concepto de multimedia, Gutiérrez (1997) señala:

Multimedia es uno de esos términos que, debido a la fuerza con que ha irrumpido en el mundo de las nuevas tecnologías, se ha convertido en referencia obligada de cualquier autor, de cualquier vendedor e incluso de cualquier usuario. Se ha utilizado el término para abanderar cualquier tipo de productos relacionados con el tratamiento de imágenes o sonido que buscan su puesto en un mercado tan competitivo como el de la informática.

Para Héctor Schwabe, investigador de la UAM, la multimedia ha existido como concepto desde hace 40 años aunque como realidad sólo desde 1989. La multimedia tienen su antecedente más remoto en dos vertientes: a) el invento del transistor con los desarrollos electrónicos que propició y b) los ejercicios eficientes de la comunicación, que buscaba eliminar el ruido, asegurar la recepción del mensaje y su correcta percepción mediante la redundancia (Corrales, 1993).

A partir de los años 50, se posibilitó la revolución de la computadora, con la fabricación del chip, los circuitos eléctricos y las tarjetas electrónicas, los cuales propician unidades compactas de procesamiento y la integración del video. Todo esto, junto con los desarrollos de discos duros, flexibles y, últimamente, de los discos ópticos, se ha concretado en la tecnología de las PC. Posteriormente, una serie de accesorios y periféricos han sido desarrollados para que la computadora pueda manejar imagen, sonido, gráficas y videos, además del texto.

Por otro lado, la comunicación desarrolla, a partir de los 70, el concepto operativo de multimedia, el cual es aplicado en campos tan diversos como la educación, la capacitación laboral y la publicidad, por mencionar algunos. Por tal concepto se entiende la integración de diversos medios (visuales y auditivos) para la elaboración y envío de mensajes por diversos canales, potenciando la efectividad de la comunicación, a través de la redundancia; así, la comunicación resulta más atractiva, afecta e impacta a más capacidades de recepción de la persona y aumenta la posibilidad de eliminar el ruido que puede impedir la recepción del mensaje. En el ámbito de la computación el término multimedia es más reciente (en 1984) y designa el uso de varios recursos o medios, como audio, video, animaciones, texto y gráficas en una computadora. Sin quedarse, sólo, en un collage de medios, al integrar los datos que puede manejar la computadora, la multimedia ofrece posibilidades de creatividad mediante los sistemas de computación (PC WORLD, No. 121, 1993, 26).

El ambiente interactivo inició su desarrollo con las nuevas tecnologías de la comunicación y la información, muy concretamente, en el ámbito de los juegos de video. A partir de 1987 se comenzó con juegos de video operados por monedas y software de computadoras de entretenimiento. Por su parte la empresa Philips, al mismo tiempo que desarrolla la tecnología del disco compacto (leído ópticamente: a través de haces de luz de rayos láser), incursiona en la tecnología de un disco compacto interactivo (CD-I): con aplicaciones en museos, la industria química y farmacéutica o la universidad.

En enero de 1992, durante la feria CES (del inglés Consumer Electronics Show) de Las Vegas, se anunció el CD multiusos. Un multiplayer interactivo capaz de reproducir sonido, animación, fotografía y video, por medio de la computadora o por vía óptica, en la pantalla de televisión. La multimedia que sigue en desarrollo, busca la televisión multimedia, a partir del empleo de una CPU multimedia. Con

esta tecnología se espera desarrollar la televisión interactiva, que aplicará el principio de aprender haciendo y tendrá capacidad para crear el sentimiento de comunidad, a partir de la interactividad. Mediante la interacción con la máquina, la multimedia tendrá una función semejante a la de los libros en el aprendizaje e información, tendrá su base en las imágenes interactivas y en la premisa de que "la gente adquiere sus conocimientos de manera más efectiva manejando la información de manera interactiva" (PC WORLD No. 115, 39:40; PC WORLD, 119, 25).

Hoy en día los sistemas de autoría (authoring systems) y el software de autor (authoring software), permiten desarrollar líneas de multimedia integrando tres o más de los datos que son posibles de procesar actualmente por computadora: texto y números, gráficas, imágenes fijas, imágenes en movimiento y sonido y por el alto nivel de interactividad, tipo navegación. Los software de autoría permiten al "desarrollador de multimedia" generar los prototipos bajo la técnica llamada "fast prototype" (el método más eficiente de generar aplicaciones).

Las buenas producciones de multimedia requieren de un trabajo de colaboración y la participación de un equipo multidisciplinario. De esta manera se atienden responsablemente las diferentes fases de un largo proceso, porque aunque la disciplina individual es esencial para el trabajo de todos, también es importante que los miembros del equipo enseñen su trabajo a los demás y lo pongan al análisis crítico de éstos.

El tamaño preciso y la composición del equipo deben ser determinados en el mismo proceso del diseño. La forma en la que se almacenan y distribuyen los software multimedia, es a través de discos compactos o CDs. El contenido de estos materiales puede ser muy variado, desde juegos hasta material educativo.

El disco interactivo es en realidad un medio de comunicación y al mismo tiempo, para algunas personas, una expresión artística distinta a otras como la pintura o la literatura, ante las cuales ha sido contrapuesta y menospreciada. Y así como en la pintura y la literatura hay malos creadores y malos resultados, también los hay en los interactivos.

La interactividad, o el control parcial del usuario sobre la presentación de la información, es la característica que distingue a los documentos multimedia de otros, donde encontramos la imagen en movimiento combinada con gráficos, sonido y texto, como ocurre con muchos programas de la televisión actual.

La información central que se presenta en torno al concepto y características del interactivo, no constituyen, lógicamente, el guión de los contenidos a desarrollar con los alumnos. No se pretende que el profesor cuente a los alumnos el desarrollo del CD; el sentido es proporcionarle los materiales básicos para coordinar la tarea de los alumnos. Tienen que ser ellos, guiados por el profesor, los que llegarán a formalizar las vías del trabajo en torno a la información contenida en el disco.

### **2.2.2 Características del Multimedia**

Se podrían señalar como características generales del multimedia a las siguientes:

1. La integración de texto escrito, gráficas, imagen (fija o en movimiento) y sonido,
2. La digitalización y
3. La interactividad.

Pero multimedia se caracteriza por algo más. Cuando se conjugan los elementos de multimedia - fotografías y animación deslumbrantes, mezclando sonido, vídeo clips y textos informativos – se puede capturar a un auditorio; y si además se le da control interactivo del proceso, quedarán encantados.

Multimedia estimula los ojos, oídos, tacto y, lo más importante, el cerebro. Se compone, como ya se describió, de combinaciones integradas o entrelazadas de elementos de texto, arte gráfico, sonido, animación y vídeo.

La integración hace concurrir a diversas tecnologías: de expresión, comunicación, información, sistematización y documentación, para dar lugar a aplicaciones en la educación, la diversión y el entretenimiento, la información, la comunicación, la capacitación y la instrucción. Esta integración está dando lugar a una nueva tecnología, de tipo digital, que emplea la computadora, sus sistemas y periféricos.

La tecnología multimedia tiene diversas manifestaciones y posibilidades tecnológicas. La digitalización convierte a los datos que se integran en impulsos electrónicos, con un código simple de impulso/no-impulso, que corresponden al empleo de un código de dos números digitales: 0 y 1. De allí viene el concepto digitalizar y digitalización.

La interactividad hace que los programas (video o video juego) no se desarrollen de manera lineal, en una sola dirección, con una sola historia o trama, como estamos acostumbrados a verlos y manejarlos. La computadora y las programaciones permiten a los usuarios que recorran las aplicaciones como deseen, las repitan cuantas veces sea necesario, hagan comentarios, den respuestas, formulen preguntas y que la retroalimentación se almacene en una base de datos.

Lo que ha impulsado el surgimiento y desarrollo de la tecnología multimedia es la capacidad de procesar datos disponibles en el escritorio a través de las PC, gracias a procesadores superescalares que permiten velocidades del orden de cientos de megahertz (MHz) y a la disponibilidad de hardware cada vez más potente y barato (PC WORLD No. 122, 35)

En síntesis, las principales ventajas de la tecnología multimedia son:

(1) Que posibilita la creatividad. (2) Reduce el derroche de recursos técnicos, humanos y económicos (una PC con determinados programas, herramientas y periféricos equivale a pequeño estudio de producción). (3) Concentra la atención, la mantiene por más tiempo y da lugar a un elevado poder de retención, potenciando la capacidad de aprendizaje. (4) Es alternativa, con ventaja, a la función de los libros en el aprendizaje y la información y todo esto hace suponer que la multimedia incrementa el rendimiento del usuario final. Y en cualquier caso debe recordarse que, a pesar del alto diseño de la interactividad que existe en los programas multimedia, es el uso que el profesor o educador hace de ellos lo que determina su potencialidad instructiva y educadora.

### **2.2.3 Aplicación de multimedia en los procesos educativos**

El introducir los medios audiovisuales en la escuela ofrece nuevas formas de aprender, conocer y expresarse, enriqueciendo el lenguaje propio con las tecnologías que día a día nos llegan y que nos exigen una constante apertura al cambio.

Las NTM permiten codificar la realidad de maneras diferentes, lo que facilita dicha comprensión y asimilación. Existen profesores que emplean las NTM de forma eficaz procurando elegir el dispositivo, soporte y lenguaje adecuados para cada tipo de información. En la medida en que su preocupación como docentes se extienda a las características del dispositivo, se estarán acercando a un modelo de enseñanza centrado en el alumno.

La educación formal, como facilitadora del aprendizaje tiene dos funciones principales que se complementan: a) estimulación sistemática del desarrollo mental del alumno, y b) proporcionar experiencias mediadas y codificadas que suplan la escasez de las directas y permitan la labor compensatoria e igualitaria propia de la escolaridad básica y obligatoria.

La enseñanza centrada en el alumno (enfoque del aprendizaje significativo) parte de las circunstancias socioeconómicas de éste, de sus intereses, conocimientos previos, desarrollo cognitivo y estilos de aprendizaje. El alumno deja de ser sujeto pasivo de enseñanza y se convierte en el constructor de su propio conocimiento. Así que el aprendizaje significativo sólo se dará en la medida que el estudiante vaya descubriendo significados importantes o interesantes para él con la posibilidad de relacionar los nuevos conocimientos con los esquemas que ya posee. Es falso que la labor del profesor, al dejar de ser éste protagonista principal del proceso, pierda relevancia. Más bien al contrario, pasa a ser facilitador del aprendizaje.

Es también necesario que la información que proporcionen las NTM, el profesor o la propia realidad, sea significativa para el alumno, engarce o tenga relación y puntos de encuentro con la particular estructura cognitiva del alumno. Ausubel sostiene que la adquisición individual de un cuerpo de conocimientos implica procesos psicológicos y que es importante para los profesores comprender la naturaleza de estos procesos. La tarea es formular, y poner a prueba, teorías del aprendizaje adecuadas para los tipos de aprendizaje significativo que tiene lugar en la escuela. El significado es el contenido de la conciencia, diferenciado y agudamente articulado, que se desarrolla como producto del aprendizaje simbólico significativo o que puede ser evocado por un grupo de símbolos, después de que estos últimos han estado relacionados de manera sustancial y no arbitraria con la estructura cognoscitiva, (Elam, 1972).

La recepción significativa del aprendizaje se produce a medida que el potencial significativo entra en el campo cognoscitivo e interactúa con él, y es apropiadamente incluido en un sistema conceptual más relevante y más inclusivo. Si el material se incluye de manera sustantiva, corrobora su significación potencial y hace posible el surgimiento del significado fenomenológico (Ausubel, 1968). Para Ausubel, la experiencia pasada influye positiva o negativamente sobre el nuevo aprendizaje significativo y su retención. Por ello este autor afirma que todo aprendizaje significativo comprende cierta transferencia (capacidad para impactar el nuevo proceso de aprendizaje o modificar la estructura cognoscitiva existente).



El aprendizaje significativo se caracteriza por el esfuerzo deliberado por relacionar los nuevos conocimientos con conceptos de nivel superior, más inclusivos, ya existentes en las estructuras cognoscitivas.

Los softwares interactivos cumplen las condiciones del aprendizaje significativo:

- Poseen un significado en sí mismos, ya que contienen elementos organizados en una estructura, cuyas partes se interrelacionan de manera coherente.
- Los alumnos tienen predisposición y se sienten motivados a su uso, por lo que tienen una razón para esforzarse, y el aprendizaje es el resultado de lo que el alumno hace con su objeto de conocimiento.

Sin embargo, la enseñanza apenas si se ha hecho eco de esta realidad. La educación, todavía en nuestros días, se da dentro de un modelo sistémico de comunicación, en donde se conciben a los participantes al mismo tiempo como emisores y receptores.

Desde los planteamientos educativos de que partimos, y dada la confusión generada en este campo, resulta conveniente hacer algunas consideraciones generales sobre el concepto de las nuevas tecnologías multimedia. Estas consideraciones ayudarán más tarde a valorar el potencial de los nuevos medios en el entorno educativo y en las distintas situaciones de enseñanza-aprendizaje a las que los profesores enfrentan a diario en el salón.

Los profesores solemos aplicar casi automáticamente el adjetivo “nuevas” para referirnos a esas tecnologías que, aunque nos han dicho que pueden utilizarse en la enseñanza, no se han generalizado lo suficiente en las instituciones educativas. Para los profesionales de la enseñanza no familiarizados con el video o el ordenador, incluso estos dispositivos forman parte de las nuevas tecnologías, independientemente del número de años que estos medios lleven disponibles en el mercado.

Como advierte Masterman (en Sierra, 2000), toda experiencia en educación audiovisual, o en tecnologías de la información para la educación, remite genéricamente a una teoría pedagógica. A partir de este primer acercamiento, brinda la oportunidad de recurrir a la fuente original, es decir, que el interactivo es una buena herramienta para difundir temas, personajes y obras relacionados con la biología.

Es factible que algunos profesores los hayan utilizado de manera personal dentro de sus estrategias de enseñanza, pero no han reportado sus trabajos formalmente lo que permitiría fundamentar su uso y justificaría más la importancia de su aplicación.

La tecnología digital plantea, en consecuencia, una reconceptualización de los problemas de información y conocimiento en relación a la educación y la cultura que hace necesario un aprendizaje significativo de los educandos en la infósfera de la nueva cultura electrónica. En la medida que la red y las nuevas tecnologías digitales separen la información del plano físico de transmisión, se potenciará la universalidad de la educación superior.

Esta situación tiene una consecuencia pedagógica directa en nuestros alumnos: los jóvenes reciben una información fragmentada, una especie de cultura mosaico que en muchas ocasiones los deja incapacitados para sintetizar. No se les enseña la relación de los elementos, ni el análisis de los mensajes, ni la

interpretación contextual de los acontecimientos presentados por los medios. Además de esto, en la escuela reciben una educación compartimentada en disciplinas que no tiene significación para ellos. Así, se ven divididos por ambas formas de aprender y de encarar el conocimiento.

Una segunda consecuencia se refiere al ritmo con que se comunican estos contenidos. El sujeto se acostumbra diariamente a un verdadero caudal de imágenes y datos vertidos por los medios, el cual difiere del ritmo escolar que se vuelve tedioso y aburrido para esta población joven y en formación.

Tales hechos obligan a una reflexión en la heterogeneidad de la información y ritmos dispares en que se ven inmersos niños y jóvenes. Por ello, la educación para la comunicación propone formarlos en los nuevos lenguajes, es decir, alfabetizarlos audiovisualmente, con el fin de agilizar la escuela y de que ellos mismos sean un catalizador de las informaciones que les ayuden a alcanzar su propia integración del conocimiento, volviéndose críticos y selectivos de modalidades y categorías de entendimiento.

La actitud con que deben abordarse los medios en el aula, es la de establecer contacto directo con la realidad cotidiana de los chicos, hablarles en su "idioma" para que ellos reflexionen en él y lo analicen; consiste en usar un lenguaje que les es natural por haberse criado en él, y darles la oportunidad de conocerlo más profundamente para expresarse con sus recursos. Las nuevas tecnologías pueden realizarse bajo este esquema de comunicación.

Esto implica reconsiderar la propia relación maestro-alumno. Es necesaria una actitud más abierta al diálogo, permitir la expresión individual del alumno y una actitud de superación y esfuerzo por adquirir las herramientas para el uso adecuado de las nuevas tecnologías.

Si tomamos al maestro como un facilitador del aprendizaje en su mejor acepción, es decir, un ayudador de sus alumnos para adquirir los conocimientos que les serán útiles en su vida futura, concluiremos que él es un elemento básico para introducir al alumno en el conocimiento del lenguaje multimedia. Será él, quien le proporcione los medios para aprender a aprender y, al mismo tiempo, le creará una conciencia crítica para el análisis de su realidad; de esta forma el alumno adquirirá las herramientas necesarias que le permitan enfrentarse a una carrera universitaria tal y como se plantea en los programas de estudio del CCH.

Por eso el modelo comunicativo<sup>22</sup> con que abordemos el uso de los medios, reforzará o cambiará las pautas de interacción maestro-alumno, que a su vez serán aprendizaje y modelo de la relación que el sujeto guarde con los medios.

---

<sup>22</sup> La comunicación consiste en el envío de mensajes con el propósito de afectar a otros mediante el recurso de la información. Tiene como esencia ser un proceso social que suscita, desarrolla o modifica significados y representaciones, para generar un sentido a través de los mensajes que se envían y se reciben; para ello, son indispensables dos tipos de sistemas, unos de significación (códigos) y otros de transmisión (canales), compartidos dentro del proceso. El primer sistema requiere del uso de signos y símbolos de comunicación capaces de evocar realidades, convocar a la formación de una comunidad de significados y provocar a la confirmación, desarrollo o transformación de las condiciones de existencia, en quienes los perciben. El segundo sistema requiere compartir mecanismos y soportes físicos que hagan posible la transmisión/recepción de señales físicas significantes, según el código compartido. La información se constituye esencialmente por los datos externos de la realidad, que se interiorizan, por los datos de realidades, reales e irreales, que se reciben a través de las señales físicas transmitidas por un mensaje y que son

Al profundizar este último punto, puede decirse que en todo proceso comunicativo, según el modelo de Shannon y Weaver (1944), se encuentra un emisor (E) y un receptor (R) del mensaje:

E → mensaje → R

Llevando este esquema a la relación maestro-alumno, tendremos en el lugar del emisor al maestro y el alumno en el lugar del receptor:

MAESTRO → mensaje → ALUMNO

De este modo se facilita, en el caso de los CDs (mensaje), la posible intercomparación de los distintos elementos significativos que se usan. La información del software está presente en todo momento que se le necesite de modo físico, lo que le confiere a este medio la más interesante de sus propiedades didácticas.

Además es conveniente partir de una concepción más global del fenómeno del aprendizaje y tener en cuenta, por lo tanto, que lo que entendemos por tecnología educativa no se reduce a una serie de dispositivos o aparatos utilizados en la enseñanza, como pudiera pensarse desde posiciones simplistas bastante generalizadas que tienen su origen en los planteamientos de los años 50 y 60. En esa época se concebía la tecnología educativa, como el uso para fines educativos de los medios nacidos de la revolución de las comunicaciones, como los medios audiovisuales, televisión, ordenadores y otros tipos de hardware y software. (UNESCO, 1984, p. 43).

Para superar esta concepción restrictiva de tecnología centrada en los dispositivos, podemos partir de dos de las acepciones que se dan al término tecnología en el diccionario de la Real Academia Española: Conjunto de los conocimientos propios de un oficio mecánico o arte industrial, y conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto. Esta segunda acepción no se diferencia mucho de lo que en el mismo diccionario se entiende por técnica: 'Conjunto de procedimientos y recursos de que se sirve una ciencia o un arte', y 'Pericia o habilidad para usar de esos procedimientos o recursos'. (Gutiérrez, 1997).

Los sistemas educativos ya no pueden cerrar los ojos ante la conveniencia de incluir los medios audiovisuales y las nuevas tecnologías multimedia en la escuela, pero es necesario reflexionar en dos formas de abordar el problema: una es utilizarlos como meros apoyos de la enseñanza y otra, integrarlos a los métodos pedagógicos, sosteniéndose en ellos y enseñando sus lenguajes, las posibilidades de expresión creativa por parte de los niños y jóvenes y, a través de estos conocimientos, hacer de los alumnos usuarios críticos, capaces de vivir en el siglo XXI eligiendo por sí mismos los mensajes que desean escuchar y emitir.

Desde planteamientos educativos distintos consideramos, sin embargo, que es importante la distinción entre estos dos conceptos. La definición que de técnica se da en la introducción al currículo oficial de Tecnología de

---

interpretados y organizados, por el individuo, para constituirlos como guías de acción, intervención, participación o transformación. La información es una parte de la comunicación, son los elementos con que estructuramos un mensaje; aunque no, necesariamente, toda información involucra una comunicación (Lazar, 2004: p.8).

Secundaria (MEC, 1992) es similar a la anterior: una técnica es un conjunto de procedimientos que, haciendo uso de unos medios, se utilizan para un propósito determinado. También se entiende por técnica la pericia o destreza para utilizar tales procedimientos. La tecnología se define, sin embargo, como el conjunto de los conocimientos técnicos.

El significado del vocablo griego *téckne* es saber hacer con conocimiento de causa. La tecnología, por lo tanto, no se reduce a la mera aplicación de técnicas adquiridas por experiencia y/o habilidad, lo que nos dejaría en el terreno de la práctica, sino que esa aplicación ha de estar basada en unos planteamientos teóricos, en un cuerpo de conocimientos por el que la técnica se integra en un plan intencional que le confiere unos fines específicos. Nos acercaríamos así a la primera acepción de tecnología dada por la Real Academia que considera la tecnología como conjunto de conocimientos.

Quintanilla (en Gutiérrez, 1997) diferencia así entre técnica y tecnología: una técnica "K" con objetivo "O" es un sistema de acciones intencionales que intervienen en un proceso complejo cuyo resultado final incluye a "O". La tecnología se caracteriza por ser un sistema técnico planificado, en el cual la planificación y la realización se basan en el conocimiento científico y en criterios valorativos que se consideran racionales. La propia educación, con este mismo criterio, puede considerarse una tecnología de la sociedad. (Gutiérrez, op. Cit.)

El sujeto que le usa, puede adaptar el ritmo de su comprensión, y por lo tanto, el análisis a su propio ritmo de decodificación, sin sentirse condicionado por una imposición temporal o exterior, como puede ser el caso de las películas, los videos y hasta el teatro, que son recursos que generalmente se emplean como actividades de enseñanza-aprendizaje.

#### **2.2.4 Los multimedia como material didáctico**

Los materiales didácticos<sup>23</sup> son componentes del proceso de enseñanza aprendizaje que actúan como soporte material de las estrategias, con el propósito de lograr los objetivos.

Los materiales, como apoyo o como representación de los contenidos, son necesarios para la operatividad didáctica, por sencillos o sofisticados que sean. Los criterios que regulan el proceso de su organización y diseño son:

- que sostengan al contenido y lo representen;
- que permitan el acceso a la información de un modo que facilite la percepción de la realidad;
- que permitan al estudiante operar con ellos,
- y deben ser concebidos para uno o varios usos específicos por parte de los estudiantes y no sólo como instrumentos complementarios de la actividad del docente.

---

<sup>23</sup> La definición de los materiales didácticos fue tomada de los apuntes personales de un curso de didáctica que llevé durante el Programa de Actualización Docente (PAAS VIII) en el año 2002 con la profesora Julieta Valentina García Méndez.

Por lo tanto hay que evaluar las necesidades de los recursos para cada caso y de elegir los más adecuados con respecto al contenido que se está trabajando. En nuestro caso fue el uso de la computadora y de un software multimedia específico para apoyo al tema de respiración.

La principal característica, con la introducción de la computadora en la enseñanza, es el cambio que introducen en la producción de la información y su comunicación, al dar lugar a una modificación de la concepción de diferentes materiales y contenidos y al ampliar las posibilidades que las formas tradicionales de educación no tienen. Se acelera el proceso (que no se altera en sus formas sustanciales) y propicia ahorro en recursos de tiempo, técnicos, humanos y económicos.

La información se constituye esencialmente por los datos externos de la realidad, que se interiorizan, por los datos de realidades, reales e irreales, que se reciben a través de las señales físicas transmitidas por un mensaje y que son interpretados y organizados, por el individuo, para constituirlos como guías de acción, intervención, participación o transformación. La información es una parte de la comunicación, es uno de los elementos con que estructuramos un mensaje. Los multimedia como combinación de múltiples tipos de medios, representan un nivel nuevo y cualitativamente superior dentro de la escala de los medios didácticos. Ellos aportan el beneficio de una comunicación más potente, ya que el uso combinado de varios medios brinda una forma más rica y eficaz de comunicación y de información de ideas, además la interactividad y el uso de interfase usuario, diferencia a los multimedia de todo lo antes empleado como materiales audio-visuales para el proceso de enseñanza aprendizaje.

De acuerdo a Salvador Vega (2004), la influencia de los medios en la retención de los conocimientos es un aspecto a considerar para su uso didáctico. Este autor refiere que después de tres días sólo se recuerda un 3% de lo que se leyó, mientras que para lo que se realizó prácticamente un 90%. A su vez, también refiere que el tiempo necesario para que un alumno logre un aprendizaje disminuye a medida que empleamos un recurso más parecido a la realidad.

Bajo esta perspectiva, en los cursos de Biología del CCH, se parte de la concepción de que el aprendizaje es un proceso de construcción mediante el cual los alumnos conocen, comprenden y actúan; que aprender es una actividad de permanente cuestionamiento y que debe existir interacción entre el sujeto y el objeto de conocimiento. Lo deseable es que los aprendizajes se apliquen a situaciones diferentes, atiendan las nociones fundamentales de la biología, sean de interés potencial para el alumno y revelen realidades y procesos que contradigan lo intuitivo.

Se considera que éste es un proceso gradual y continuo, en donde el nuevo aprendizaje se edifica sobre el anterior, al cual se incorpora, y donde lo que va a aprenderse, debe verse en términos de lo que ya se conoce y se puede comprender, para que las nuevas experiencias puedan ser asimiladas. Es por ello que en el aspecto didáctico se propone que los alumnos vayan construyendo el conocimiento de manera gradual, donde las explicaciones, los procedimientos y los cambios conseguidos sean la base a partir de la cual se logrará el aprendizaje de nuevos conceptos, principios, habilidades, actitudes y valores más complejos y profundos. De ahí que, para facilitar la construcción del conocimiento, es

importante la utilización de estrategias que promuevan el aprendizaje significativo, es decir, que propicien el proceso a través del cual una nueva información se relaciona de manera sustantiva con los conocimientos previos del alumno. Todo esto, con el propósito de permitir entre los educandos una mayor libertad de pensamiento, lograr nuevos aprendizajes, relacionar lo aprendido con situaciones del mundo real, con el entorno y con la sociedad.

Una buena selección del material didáctico logra lo anterior, y las características que señalamos a continuación para el multimedia pueden justificar su uso en la enseñanza:

- Reducen el tiempo y esfuerzo de aprendizaje.
- Asumen algunos aspectos de la tarea del docente, lo menos rutinario y lo más creativo.
- Transmiten más información, mejor estructurada y en menor tiempo.
- Conservan la información para su uso posterior y repetido.
- Logran movilizar en forma simultánea y combinada más órganos sensoriales y otros códigos, verbales y no verbales, (Ibidem, 2004).

Al considerar al alumno como el sujeto principal del proceso enseñanza-aprendizaje, la estrategia multimedia, como cualquier otra, deberá organizarse tomando en consideración su edad, intereses, rasgos socioculturales, antecedentes académicos, motivación del estudiante (preferencias, experiencias); conocimiento representado (conceptos a enseñar) y la demanda de interacción que se hace al estudiante (tareas que ha de efectuar el estudiante mediante la interacción con el ordenador).

## Capítulo III

### 3.1 La investigación cualitativa como enfoque teórico metodológico

En las Ciencias se entiende como metodología a la manera de realizar la investigación. Históricamente se han dado dos paradigmas<sup>24</sup> sobre la metodología de investigación: la positivista (hechos independientes de la subjetividad), que se preocupa por la objetividad, la validez y la confiabilidad del suceso, e investigación cualitativa o interpretativa (hechos ponderados en la experiencia personal). Este paradigma cuantitativo procede de las ciencias naturales, mientras que el paradigma cualitativo tuvo su origen en los trabajos de antropología y sociología, sobre todo de la Escuela de Chicago<sup>25</sup>.

#### 3.1.1 Metodología de la investigación

La investigación cualitativa hace referencia a aquella que produce datos descriptivos, es decir, palabras y conductas de las personas sometidas a la investigación. Entre las características que se atribuyen a esta investigación están las siguientes: es inductiva porque los investigadores comienzan sus estudios con interrogantes y un diseño de investigación flexible. Es holística puesto que los escenarios y los grupos no son reducidos a variables, sino considerados como un todo. Es naturalista porque intenta reducir su impacto al mínimo o por lo menos entender y considerar los efectos que ellos mismos causan sobre las personas que son objeto de su estudio. Además, comprenden a las personas dentro del marco de referencia de ellas mismas, son humanistas, y apartan sus propias creencias de la investigación porque todas las perspectivas, los escenarios y personas son considerados valiosos. También es importante por el reconocimiento de las experiencias subjetivas tanto del observador como de las personas estudiadas y la importancia que se les concede como elementos de la investigación misma y por la multiplicidad de posiciones que hay en ese gran campo, lo que coloca al investigador frente a un amplio horizonte con gran variedad y riqueza de recursos (Sandín, 2003).

La investigación cualitativa busca un conocimiento más contextual, que atienda a las situaciones particulares y responda a problemas locales específicos, demandando a la comunidad investigadora un ejercicio de reflexividad que aborde no sólo la postura del investigador en cuanto a los fundamentos ontológicos-epistemológicos y también metodológicos que traspasan la actividad investigadora, sino, lo más importante, de las implicaciones éticas, sociales y

---

<sup>24</sup> Un paradigma determina los criterios con que se seleccionan y definen los problemas. Un paradigma de acuerdo al concepto de Kuhn (1991), es un instrumento cultural (cuerpo ideológico-filosófico) que refleja las ideas dominantes de la conducta científica en una comunidad científica concreta, ya sea nacional o internacional, y en un momento concreto, es decir, se considera válido en una época y tiempo determinado. Siempre en evolución, surge de la crítica y ruptura con otro anterior y, en un proceso de iniciación, consolidación, maduración, crisis, crítica interna, autocrítica, remodelación, crítica externa, da lugar a otros paradigmas más de acuerdo a las concepciones sociales y conocimientos científicos de la época.

<sup>25</sup> Martínez Salgado (1992: p.39)

políticas de la propia investigación, lo que supone entenderla como un acto y discurso moral.

Realmente resulta difícil llegar a determinar cuáles son los métodos<sup>26</sup> cualitativos y establecer una tipología de los mismos. La causa de ello radica en la proliferación de métodos que podrían adjetivarse como cualitativos. Los métodos difieren en función de los fines de la investigación, en función de los modos de entender la realidad, la construcción del conocimiento, etc., están condicionados por los fines, pero no determinados por ellos. El investigador debe elegir entre los métodos posibles, aquellos que resultan más adecuados para llevar a cabo su labor.

En el plano educativo, la investigación cualitativa se centra en el cómo se construye la educación a través de las interpretaciones de sus protagonistas la educación y en la comprensión y explicación de los hechos y acontecimientos. El objeto de la investigación educativa es el estudio de los fenómenos y procesos que caracterizan la vida del aula y del centro, el comportamiento individual y social de los participantes, el contexto que define física, social y psicológicamente el clima donde se producen los intercambios y los aprendizajes. Se admite la pluralidad metodológica para la comprensión de la realidad y la necesidad de desarrollar métodos de investigación propios, específicos y adecuados a las características de los contextos que se quieren estudiar (Ibidem, 2003).

Las instituciones educativas, o campos de práctica, se conciben como escenarios donde se confrontan procesos de apropiación de conocimientos y se produce saber pedagógico. En el enfoque interpretativo, el aula, la escuela, el mundo mismo son fuentes de investigación de donde emergen problemas relacionados con la enseñanza, el aprendizaje y los procesos formativos. Es entonces cuando hacemos un estudio un caso<sup>27</sup>, ya que éste tiene un interés especial en sí mismo. Buscamos el detalle de la interacción con sus contextos, ya que el cometido real del estudio de casos es la particularización, no la generalización.

En segunda instancia, las distintas disciplinas que se aproximan al estudio del hecho educativo, dejan a cada una de ellas su propia impronta metodológica; y por último, el propio significado del concepto de método, bajo el cual llegan a englobarse otros tales como aproximaciones, técnicas, enfoques o procedimientos. Aunque muchos de los procedimientos que describen unos autores y otros son casi idénticos, su utilización de acuerdo con la teoría, y sus potencialidades y debilidades, para determinados propósitos, son diferentes.

Como el método de investigación surge bajo las concepciones y necesidades del investigador que trabaja desde una disciplina concreta del saber, la cual determina en cierta medida, a su vez, la utilización de los métodos concretos y las posibles cuestiones a tratar, en esta tesis, se ha elegido la metodología cualitativa, desde el enfoque de la "investigación acción", la cual se instala en el paradigma

---

<sup>26</sup> Los métodos son caminos que llevan a la consecución de un fin. Están generalmente sujetos a operaciones, reglas, procedimientos. No conducen automáticamente a la finalidad pretendida. (Fancello, 1990)

<sup>27</sup> El estudio de caso es el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular, para llegar a comprender su actividad en circunstancias importantes y parte de los métodos de investigación cualitativa (Stake, 1998)



epistemológico fenomenológico y toma aportes del paradigma del cambio porque genera transformaciones en la acción educativa al recoger datos descriptivos, y está orientada a cuestiones de mejora y cambio social.

Hay un aspecto importante que subrayar y que justifica el por qué la elección, en la tesis de esta metodología y es que la investigación cualitativa puede tomar muy diversas connotaciones según el autor, el momento histórico, el quehacer profesional o el tipo de procedimiento que se esté revisando. Es un conjunto de prácticas interpretativas que no se encuentra ligado con una determinada teoría o paradigma en particular, ni es privativa de una u otra área del conocimiento, ni posee sus métodos exclusivos, sino que se vale de las aproximaciones, los métodos y las técnicas de diversas disciplinas y perspectivas teóricas.

### **3.1.1.1 Características de la investigación acción**

La Investigación acción posee características apropiadas para el tipo de estudio que se ha planteado desarrollar en esta tesis. La investigación acción, es una forma de investigación, llevada a cabo por los prácticos sobre sus propias prácticas (McKernan, 1999).

El método de investigación acción se ha ido configurando a partir de numerosas aportaciones desde diferentes contextos ideológicos. La gran diversidad de concepciones entorno a la investigación acción, tanto desde una perspectiva teórica como experimental, hace poco menos que imposible llegar a una conceptualización unívoca. No obstante, se dan una serie de rasgos comunes en los que la mayoría de los autores coinciden. Entre las raíces filosóficas de la investigación acción están: la hermenéutica, la fenomenología, el existencialismo y la teoría crítica (Taylor y Bogdan, 1996).

En primer lugar es de destacar el carácter preponderante de la acción, como definitorio de este método de investigación. El término de acción hace referencia a perspectivas más críticas frente a las situaciones sociales, y tendientes a remplazar las amplias narrativas por teorías más locales, de más pequeña escala, que tratan de ajustarse a problemas y situaciones específicos. Esta dimensión se concreta en el papel activo que asumen los sujetos que participan en la investigación, la cual toma como inicio los problemas surgidos de la práctica educativa, reflexionando sobre ellos, rompiendo de esta forma con la dicotomía separatista teoría/práctica establecida por la corriente positivista, la cual asume ambos momentos como dos fases rigurosamente separados.

Como investigación se concibe desde una perspectiva alternativa a la concepción positivista, defendiendo la unión de investigador/investigado, forjando un nuevo modelo de investigador que realiza su trabajo de forma sistemática a través de un modo flexible, ecológico y orientado a los valores (Elliot, 1994).

Es por ello que entre sus bondades está la de resolver un problema real y concreto, sin ánimo de realizar ninguna generalización con pretensiones teóricas, como en este caso, el mejorar mi práctica educativa en el CCH Naucalpan.

Se señala como origen de la investigación acción el trabajo de Kurt Lewin en el periodo inmediato a la Segunda Guerra Mundial, 1946, con la finalidad de denotar la metodología empleada por él y sus colaboradores en el desarrollo de algunos de sus proyectos.

Algunos autores han sustituido la palabra “acción” por “práctica” o “hechos” (Moser, 1995 en Mora, 2005). El término “acción”, de acuerdo a Lewin, describe la esencia de aquellas investigaciones que surgen de las necesidades prácticas, están orientadas en los problemas concretos y su solución es concebida en función de los afectados por la problemática de estudio. Es por ello que señala que “aunque es posible desarrollar este tipo de experimentos artificiales para conocer los problemas sociales, el verdadero experimento hay que hacerlo en el lugar concreto, bajo las condiciones reales, donde ocurren los acontecimientos (Mora, 2005)”.

Lewin al proponer la metodología de la investigación acción, planteó también el método espiral, donde cada una de sus vueltas (ciclos) está constituido por cuatro momentos o fases fundamentales: planificar, actuar, observar y reflexionar. Al repetirse el ciclo de fases, o mejor dicho, la espiral cíclica, hay una nueva concepción del problema, nueva planificación y nueva concreción y evaluación de los hechos. La investigación acción se trata de un proceso planificado de acción, observación, reflexión y evaluación, de carácter cíclico, conducido y negociado por los agentes implicados, con el propósito de intervenir en su práctica educativa para mejorarla o modificarla en orden a guiar, corregir y evaluar sus decisiones y acciones hacia la innovación educativa. Por medio de esta espiral de actividades, la investigación acción crea las condiciones que permiten el establecimiento de comunidades de aprendizaje, esto es, comunidades de estudiosos comprometidos a aprender de los problemas y efectos de su propia acción (Kemmis y McTaggart, 1998).

En la investigación acción todos los que están vinculados con la investigación cumplen una función básica durante cada una de las fases del proceso de la investigación, por lo que no puede existir una auténtica investigación acción, si alguno de sus miembros se convierte solamente en objeto de la investigación y exige, de las personas vinculadas con la investigación directa o indirectamente, la disponibilidad y colaboración inmediata para que se realicen exitosamente cada una de las fases que componen la espiral cíclica.

Otra característica de este método cualitativo de investigación es que la planificación del proceso es sumamente flexible para poderlo modificar cuando aparezcan elementos relevantes no previstos.

Hay varias formas de emprender una investigación-acción, pero nos basaremos en la del profesor como investigador, la cual plantea que un profesor la realiza al sentir la necesidad (entendiéndose como necesidad la discrepancia entre lo que se vive y lo deseable) de introducir cambios o modificaciones en su práctica educativa, con base en su experiencia docente (Sandín, 2003).

La investigación acción en las escuelas analiza las acciones humanas y las situaciones sociales experimentadas por los profesores como:

- a) Inaceptables en algunos aspectos (problemáticas);
- b) Susceptibles de cambio (contingentes);
- c) Que requieren una respuesta práctica (prescriptitas).

El propósito de la investigación acción es que el profesor profundice en la comprensión (diagnóstico) de su problema. Por tanto adopta una postura exploratoria frente a cualesquiera definiciones iniciales de su propia situación que el profesor pueda mantener.

Al explicar lo que sucede, la investigación acción construye un guión sobre el hecho en cuestión, relacionándolo con un contexto de contingencias mutuamente interdependiente, o sea, hechos que se agrupan porque la ocurrencia de uno depende de la aparición de los demás.

La investigación acción interpreta lo que ocurre desde el punto de vista de quienes actúan interactúan en la situación del problema, por ejemplo profesores y alumnos, etc.

Como la investigación acción considera la situación desde el punto de vista de los participantes, describirá y explicará lo que sucede con el mismo lenguaje utilizado por ellos; es decir, el lenguaje de sentido común que la gente usa para describir y explicar las acciones humanas y situaciones sociales en la vida diaria.

En la investigación, los datos que se obtendrán serán descriptivos, será holística porque los escenarios y los grupos no son reducidos a variables, sino considerados como un todo, será humanista porque tratará de comprender a las personas dentro del marco de referencia de ellas mismas porque todas las perspectivas serán consideradas valiosas lo que le dará énfasis a la validez de la investigación.

### 3.1.1.2 Pasos de la investigación acción<sup>28</sup>

1.- **Problematización:** Considerando que la labor educativa se desarrolla en situaciones donde se presentan problemas prácticos, lo lógico es que un proyecto de este tipo comience a partir de un problema práctico: en general, se trata de incoherencias o inconsistencias entre lo que se persigue y los que en la realidad ocurre. Es posible diferenciar entre:

- Contradicciones cuando existe oposición entre la formulación de nuestras pretensiones, por una parte, y nuestras actuaciones, por otro
- Dilemas, un tipo especial de contradicción, pudiendo presentarse como dos tendencias irreconciliables que se descubren al analizar la práctica, pero que revelan valores necesarios, o bien diferencias de intereses o motivaciones entre dos o más partes
- Dificultades o limitaciones, aquellas situaciones en que nos encontramos ante la oposición para desarrollar las actuaciones deseables de instancias que no podemos modificar o influir desde nuestra actuación directa e inmediata, lo cual requeriría un actuación a largo plazo, como es el caso de ciertas inercias institucionales o formas de organización.

El hecho de vivir una situación problemática no implica conocerla, un problema requiere de una profundización en su significado. Hay que reflexionar por qué es un problema, cuáles son sus términos, sus características, cómo se describe el contexto en que éste se produce y los diversos aspectos de la situación, así como también las diferentes perspectivas que del problema pueden existir. Estando estos aspectos clarificados, hay grandes posibilidades de formular claramente el problema y declarar las intenciones de cambio y mejora.

---

<sup>28</sup> De acuerdo a la propuesta de Bisquerra (1996).

2.- **Diagnóstico:** una vez que se ha identificado el significado del problema que será el centro del proceso de investigación, y habiendo formulado un enunciado del mismo, es necesario realizar la recopilación de información que nos permitirá un diagnóstico claro de la situación. La búsqueda de información consiste en recoger diversas evidencias que nos permitan una reflexión a partir de una mayor cantidad de datos. Esta recopilación de información debe expresar el punto de vista de las personas implicadas, informar sobre las acciones tal y como se han desarrollado y, por último, informar introspectivamente sobre las personas implicadas, es decir, cómo viven y entienden la situación que se investiga. En síntesis, al análisis reflexivo que nos lleva a una correcta formulación del problema y a la recopilación de información necesaria para un buen diagnóstico, representa al camino hacia el planteamiento de líneas de acción coherentes.

En este diagnóstico, es importante destacar como una ayuda inestimable, para la riqueza de la información y para su contrastación, el poder contar con una visión proporcionada desde fuera de la organización (buscando triangulación de fuentes y el uso de otros diagnósticos preexistentes).

3.-**Diseño de una Propuesta de Cambio:** una vez que se ha realizado el análisis e interpretación de la información recopilada y siempre a la luz de los objetivos que se persiguen, se está en condiciones de visualizar el sentido de los mejoramientos que se desean.

Parte de este momento será, por consiguiente, pensar en diversas alternativas de actuación y sus posibles consecuencias a la luz de lo que se comprende de la situación, tal y como hasta el momento se presenta.

La reflexión, que en este caso se vuelve prospectiva, es la que permite llegar a diseñar una propuesta de cambio y mejoramiento, acordada como la mejor. Del mismo modo, es necesario en este momento definir un diseño de evaluación de la misma. Es decir, anticipar los indicadores y metas que darán cuanta del logro de la propuesta.

4.- **Aplicación de Propuesta:** una vez diseñada la propuesta de acción, ésta es llevada a cabo por las personas interesadas. Es importante, sin embargo, comprender que cualquier propuesta a la que se llegue tras este análisis y reflexión, debe ser entendida en un sentido hipotético, es decir, se emprende una nueva forma de actuar, un esfuerzo de innovación y mejoramiento de nuestra práctica que debe ser sometida permanentemente a condiciones de análisis, evaluación y reflexión.

5.- **Evaluación:** todo este proceso, que comenzaría otro ciclo en la espiral de la investigación acción, va proporcionando evidencias del alcance y las consecuencias de las acciones emprendidas, y de su valor como mejora de la práctica.

Es posible incluso encontrarse ante cambios que impliquen una redefinición del problema, ya sea por que éste se ha modificado, porque han surgido otros de más urgente resolución o porque se descubren nuevos focos de atención que se requiere atender para abordar nuestro problema original.

La evaluación, además de ser aplicada en cada momento, debe estar presente al final de cada ciclo, dando de esta manera una retroalimentación a todo el proceso. De esta forma nos encontramos en un proceso cíclico que no tiene fin.

### **3.1.1.3 Tipos de aplicación de la investigación acción**

La investigación acción tuvo desde Kurt Lewin (1953) varios desarrollos con teorías sociales fundantes diversas y con aplicaciones también diferentes que fluctúan entre la investigación acción participativa (I-AP), la investigación acción educativa (I-AE), ligada a indagación y transformación de procesos escolares en general, y la investigación acción pedagógica (I-A-Pedagógica), más focalizada en la práctica pedagógica de los docentes. La primera ha sido desarrollada por la sociología comprometida, principalmente desde la década del 60, mientras que la segunda y tercera aparecieron en la década del 50.

El inicio del primer tipo o primera aplicación a la educación puede situarse a finales de la década del 40 cuando Stephen Corey y otros lanzaron en la Universidad de Columbia el “movimiento por un maestro investigador”. En 1953 Corey, profesor del Teachers’College of Columbia University, publicó, junto con otros profesores de esta universidad, una obra sobre investigación acción como método para mejorar las prácticas escolares. Corey concibió este método como aquellos procesos investigativos conducidos por grupos de maestros en su comunidad tendientes a comprender su práctica educativa y transformarla. Más concretamente la definió como el «estudio realizado por colegas, en un ambiente escolar, de los resultados de actividades para mejorar la instrucción». Este profesor, influenciado por el pensamiento de su colega Kurt Lewin, hizo hincapié en las conexiones existentes entre la investigación social y los movimientos sociales de la época. Aunque fue la primera aplicación de la investigación acción a la educación e incluyó la investigación sobre el desarrollo del currículo, todavía no puede hablarse en sí de la aplicación a la transformación de la práctica pedagógica del maestro (Restrepo, 2002).

En Inglaterra, antes de Stenhouse, se tuvo esta misma concepción de la investigación acción educativa. Las primeras alusiones a este tipo de investigación demandaban la participación de todos los miembros de una organización en el desarrollo de la investigación y una cooperación de actores de la realidad, los maestros, y de investigadores de carrera, esto es pensar a la investigación acción como actividad colectiva que propende la transformación de procesos educativos asociados a procesos sociales y en definitiva por el mejoramiento social.

El segundo tipo o segunda aplicación, puede remontarse, en forma más contundente, a la década del 70 cuando Stenhouse clamó por una investigación educativa naturalística, no positivista, centrada en el interior de la escuela y de los procesos educativos y realizada por los practicantes de la educación, los maestros (Stenhouse, 2003), ya que la investigación acción aplicada a la educación tiene que ver con los problemas prácticos cotidianos experimentados por los docentes, más que con problemas teóricos definidos por investigadores dentro de un área del conocimiento.

Según Stenhouse, la docencia no es una actividad realizada por los maestros, y la investigación sobre la enseñanza es otra actividad llevada a cabo por

investigadores externos y de otras disciplinas. Esta separación entre investigadores y maestros ha sido la situación predominante en el pasado. No puede afirmarse esto de toda la obra que se ha publicado, pero siempre existen, al menos, huellas de la separación entre investigadores y profesores.

Frente a esta situación Stenhouse (Ibidem, p. 210) propone integrar en el docente los tres roles de investigador, observador y maestro. Al respecto afirma:

En mi concepto esto es perfectamente posible, siempre y cuando el profesor ponga en claro que la razón por la que está desempeñando el papel de investigador es la de desarrollar positivamente su enseñanza y hacer mejor las cosas.

Al considerar la práctica de la enseñanza como una actividad reflexiva que se orienta a hacer mejor las cosas, la división del trabajo entre practicantes e investigadores se desvanece y se prepara a los practicantes para asumir ambas tareas como una integración. La investigación educativa en las aulas aparece, entonces, como alternativa a la investigación sobre educación y como una característica de una profesionalidad ampliada del docente frente a la profesionalidad restringida que generalmente han ejercido los maestros, esto es, una profesionalidad limitada a poner en práctica teorías e investigaciones hechas por otros.

Por su objeto, entonces, la investigación acción educativa puede enfocarse a transformar instituciones escolares totales o unidades o prácticas sociales de la misma, o puede circunscribirse a la práctica pedagógica de un docente particular.

El docente puede estudiar y debe estudiar el saber que enseña y leer investigación al respecto para incorporarla a su enseñanza, pero ello no constituye investigación de tal saber. Sí es dable investigar sobre la propia práctica pedagógica, bien sea sobre la enseñanza o bien sobre la formación, porque sobre estos menesteres el practicante de la educación tiene a la mano los datos, tiene la vivencia, puede utilizar la retrospectiva, la introspección y la observación de participante para elaborar relaciones, especificarlas, clarificarlas, comparar teorías guías e intervenciones pedagógicas que permitan resignificar y transformar prácticas no exitosas. Así como los físicos observan el universo, Galileo construyó un telescopio y descubrió las manchas solares, el maestro observa el universo de su práctica pedagógica y descubre las manchas que le impiden ser más efectivo en su enseñanza, consigna por escrito tales observaciones y críticas, ensaya y valida sistemáticamente sus propuestas de transformación y genera saber pedagógico.

### **3.2. Procedimiento para la producción del software**

Para producir el software se utilizó la metodología de de Blum (1995), la cual consta de las siguientes fases:

#### **3.2.1 Fase I: Análisis**

En esta fase se realizó un estudio que contempló todos los elementos que influyeron en el software educativo, los cuales están referidos en el capítulo dos de esta tesis.

Una vez analizado el público, el ambiente y el contenido programático, se planificó el desarrollo de un software educativo como apoyo a la optimización del proceso de aprendizaje.

### **3.2.2 Fase II: Diseño**

Se realizó un diseño educativo y un diseño interactivo. El primero consistió en organizar toda la estructura del contenido educativo, la cual está formada por las metas educativas, los objetivos de aprendizaje, las decisiones de contenido y el prototipo. El segundo permitió determinar los requerimientos para el diseño e interfaz, el mapa de navegación para el recorrido del software y las pantallas de esquema y que a continuación se precisan.

#### **NOMBRE DEL PROGRAMA:**

**Respirar  
V. 1.0 y V. 1.1**

#### **OBJETIVOS PARTICULARES:**

- Desarrollar una actividad multimedia que ayuden en la instrumentación del curso al profesor y refuercen la investigación del estudiante en su proceso de aprendizaje.
- Despertar en los estudiantes la curiosidad y atracción por la investigación a través de este material para fomentar su sentido crítico y sus habilidades y actitudes académicas.
- Que el trabajo contribuya a mejorar las formas de enseñanza y/o los instrumentos empleados para este fin en el Colegio de Ciencias y Humanidades.

#### **PÚBLICO AL QUE VA DIRIGIDO:**

Alumnos del sistema de bachillerato  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
ÁREA DE CIENCIAS EXPERIMENTALES  
PROGRAMA DE ESTUDIO DE **BIOLOGÍA III**  
**(QUINTO SEMESTRE)**  
-MAYO DE 2004-

#### **PROPÓSITOS GENERALES DEL CURSO**

El alumno:

- Comprenderá el papel del metabolismo en la diversidad de los seres vivos.

- Comprenderá que los cambios que se producen en el material genético son la base molecular de la biodiversidad.
- Profundizará en la aplicación de habilidades, actitudes y valores para la obtención, comprobación y comunicación del conocimiento científico, al llevar a cabo investigaciones.
- Desarrollará una actitud crítica, científica y responsable ante problemas concretos que se planteen.

### **UBICACIÓN DEL TEMA:**

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

Temática

Tema I. Metabolismo

- Enzimas.
- Rutas metabólicas.

Tema II. Diversidad de los sistemas vivos y metabolismo

- Catabolismo: fermentación y respiración celular.

Aprendizajes del alumno en relación directa con el tema desarrollado:

- Reconoce (el alumno) que las reacciones químicas en los sistemas vivos están organizadas en diversas rutas metabólicas.
- Identifica la diversidad de los sistemas vivos a partir de sus características metabólicas
- Comprende que la fermentación y la respiración son procesos que con distintas rutas metabólicas sirven para la degradación de biomoléculas en los sistemas vivos.
- Aplica habilidades y actitudes al llevar a cabo actividades documentales, experimentales y/o de campo, que contribuyan a la comprensión y valoración del papel del metabolismo en la diversidad de los sistemas vivos.
- Diseña una investigación experimental sobre alguna de las temáticas del curso, al aplicar las siguientes habilidades: elaboración de un marco teórico, delimitación de un problema y planificación de estrategias para abordar su solución.
- Aplica habilidades y actitudes para comunicar de forma oral y escrita la información derivada de las actividades realizadas en forma individual y en equipo.

### **DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO:**

El software educativo desarrollado fue denominado “Respirar”, el cual se basa en el computador bajo una tecnología de multimedia, diseñada para complementar los conocimientos desarrollados en el aula de clases y para facilitar el proceso de aprendizaje de los temas I y II de la Unidad I de la materia de Biología III en el CCH.



Respirar, se define operacionalmente como un software educativo donde el usuario navega a través de íconos. Presenta un menú dividido en tres apartados: energía, metabolismo y respiración. Ofrece un contenido didáctico de cada uno los temas señalados, en el cual el usuario puede gozar de imágenes y videos representativos. Posee un glosario de términos básicos usados en los contenidos desarrollados en el programa. También presenta evaluaciones que complementan y sirve de apoyo pedagógico a los alumnos, así como también a los profesores que dictan la asignatura.

La información, en su mayor parte, está expresada en esquemas, dibujos e íconos, para brindar una mayor claridad al alumno, ya que éste puede incorporarles un significado. Partiendo de que el alumno es responsable último de su aprendizaje, se considera que este material le permitirá trabajar manipulando él mismo los conceptos de tal manera que pueda entrar y salir de conflictos cognitivos que le permitan reajustar sus esquemas previos llegando así a una construcción de su conocimiento, además de las siguientes ventajas:

- Permite optimizar el tiempo al ser un lenguaje más afín a los alumnos.
- Da apoyo a los alumnos con material didáctico y al aplicar los programas para lograr el aprendizaje
- Podrá formar parte, total o parcialmente, de las estrategias de enseñanza.
- Ofrece al alumno la posibilidad de recurrir a la información constantemente para replantear sus ideas.
- Puede usarse en casa, pero se recomienda su uso en el colegio bajo la supervisión de un profesor.

### **DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA:**

Programa Respirar versiones 1.0 y 1.1 (V.1.0 y V.1.1)

MEDIO DE DISTRIBUCIÓN

Disco compacto

### **REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DEL SISTEMA**

- PC Celeron o pentium II a 800 Mhz.
- RAM de 254 Mb.
- Tarjeta de video a miles de colores.
- Microsoft Windows 98.
- Tarjeta de audio de 16 bits.
- Lector de CD-ROM de 52x.

### **3.3 Análisis e interpretación de resultados**

Bajo el enfoque de la investigación acción se realizó un estudio del caso, en donde se usó de un disco interactivo multimedia como apoyo para el aprendizaje de los alumnos de Biología del bachillerato. Pero también, a partir de las reflexiones hechas como profesor universitario, se introdujeron cambios para mejorar la acción docente contribuyendo con ello a la formación de los educandos que pasan por las aulas.

Los instrumentos de investigación básicos fueron los requeridos por las necesidades de la investigación de acuerdo con los problemas encontrados al momento de su aplicación. En primer lugar, se utilizaron las notas de campo para describir lo que iba ocurriendo, en ellas se escribieron interpretaciones, reflexiones y los puntos de intervención. También se utilizaron registros de observación etnográficos, entrevistas abiertas y un cuestionario.

### **3.3.1 Realización de la investigación**

El presente trabajo se realizó durante los años 2005 al 2006 y se llevó a cabo en varias etapas. La primera etapa consistió en el planteamiento del problema, la búsqueda de información y el diseño de la primera versión del software multimedia. Al término de la misma, se realizó una segunda etapa en la que se elaboró el material para recabar la información necesaria para el análisis del problema y la primera aplicación del software a la población sujeta a estudio. Una tercera etapa consistió en el replanteamiento del problema, la reestructuración del software multimedia, que dio origen a la segunda versión del mismo y la segunda aplicación del instrumento a la población de estudio con su respectivo procedimiento para la toma de datos.

Toda la investigación se llevó a cabo en el 5° semestre del plan curricular del bachillerato de la Universidad Nacional Autónoma de México en la modalidad del Colegio de Ciencias y Humanidades. Los participantes fueron estudiantes del bachillerato de ambos sexos y edades promedio de 18 años, todos ellos pertenecientes al plantel Naucalpan del CCH. Se trabajó con cuatro grupos seleccionados. Dos grupos en el primer semestre del calendario escolar 2005-2006 y dos grupos en el primer semestre del calendario escolar 2006-2007 del Colegio. Por lo tanto se realizaron dos ciclos de aplicación, uno para cada período del calendario escolar. En ambos casos la toma de datos fue la misma, a través de un cuestionario, y a continuación se detalla. Los grupos intactos contaron con aproximadamente 25 alumnos en promedio por grupo y cada grupo tuvo un profesor diferente.

### **3.3.2 Características del cuestionario utilizado**

El cuestionario<sup>29</sup> se diseñó para poder realizar una clasificación de los posibles aprendizajes y de ser posible a una secuencialización de los mismos, con base a la taxonomía de Benjamin Bloom<sup>30</sup>, quien a mediados del siglo XX trabajó en el

---

<sup>29</sup> El cuestionario es una técnica de obtención de información que se realiza sobre la base de un formulario previamente preparado y estrictamente normalizado. Esta modalidad permite abordar los problemas desde una óptica exploratoria, que consigue minimizar los efectos del entrevistador y se desea obtener un determinado tipo de respuestas con vistas a determinar posibles relaciones entre las respuestas de los encuestados.

<sup>30</sup> La idea de establecer un sistema de clasificación comprendido dentro de un marco teórico, surgió en una reunión informal al finalizar la Convención de la Asociación Norteamericana de Psicología, reunida en Boston (USA) en 1948. Se buscaba que este marco teórico pudiera usarse para facilitar la comunicación entre examinadores, promoviendo el intercambio de materiales de evaluación e ideas de cómo llevar ésta a cabo. Además, se pensó que estimularía la investigación respecto a diferentes tipos de exámenes o pruebas, y la relación entre éstos y la educación. El título oficial del libro es "La Taxonomía de los objetivos educativos: La

estudio del perfeccionamiento de las pruebas de evaluación en la enseñanza media.

Se formuló una Taxonomía de Dominios del Aprendizaje, desde entonces conocida como "Taxonomía de Bloom", que puede entenderse como "Los Objetivos del Proceso de Aprendizaje". Esto quiere decir que después de realizar un proceso de aprendizaje, el estudiante debe haber adquirido nuevas habilidades y conocimientos.

Estos aprendizajes son considerados fundamentales por la mayoría de los profesores. La clasificación (taxonomía) propuesta por Bloom para los aprendizajes del ámbito intelectual consta de seis grandes categorías: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación.

La taxonomía de Bloom divide en tres dominios la forma en que las personas aprenden. Uno de esos dominios es el Cognitivo, que hace énfasis en los desempeños intelectuales de las personas. Este dominio a su vez está dividido en categorías o niveles. Las palabras claves que se usan y las preguntas que se hacen pueden ayudar a establecer y estimular el pensamiento crítico, especialmente en los niveles superiores.

#### Primer Nivel: CONOCIMIENTO

Implica conocimiento de hechos específicos y conocimientos de formas y medios de tratar con los mismos, conocimientos de lo universal y de las abstracciones específicas de un determinado campo del saber. Son de modo general, elementos que deben memorizarse. Recordar material aprendido con anterioridad como hechos, términos, conceptos básicos y respuestas.

#### Segundo Nivel: COMPRENSIÓN

El conocimiento de la comprensión concierne el aspecto más simple del entendimiento que consiste en captar el sentido directo de una comunicación o de un fenómeno, como la comprensión de una orden escrita u oral, o la percepción de lo que ocurrió en cualquier hecho particular. Demostrar el entendimiento de hechos e ideas organizando, comparando, traduciendo, interpretando, haciendo descripciones y exponiendo las ideas principales.

#### Tercer Nivel: APLICACIÓN

El conocimiento de aplicación es el que concierne a la interrelación de principios y generalizaciones con casos particulares o prácticos. Resolver o solucionar problemas aplicando el conocimiento adquirido, hechos, técnicas y reglas, de manera diferente.

#### Cuarto Nivel: ANÁLISIS

El análisis implica la división de un todo en sus partes y la percepción del significado de las mismas en relación con el conjunto. El análisis comprende el análisis de elementos, de relaciones, etc. Examinar y fragmentar la información en

diferentes partes mediante la identificación de causas y motivos; realizar inferencias y encontrar evidencias que apoyen generalizaciones.

#### Quinto Nivel: SÍNTESIS

A la síntesis concierne la comprobación de la unión de los elementos que forman un todo. Puede consistir en la producción de una comunicación, un plan de operaciones o la derivación de una serie de relaciones abstractas. Compilar información y relacionarla de diferente manera combinando elementos con un nuevo patrón o proponiendo distintas alternativas de solución.

#### Sexto Nivel: EVALUACIÓN

Este tipo de conocimiento comprende una actitud crítica ante los hechos. La evaluación puede estar en relación con juicios relativos a la evidencia interna y con juicios relativos a la evidencia externa. Exponer y sustentar opiniones realizando juicios sobre información, validar ideas sobre trabajo de calidad en base a criterios establecidos.

Con base en lo anterior se formuló un cuestionario con el cual se pudieran cotejar los aprendizajes adquiridos por los alumnos, al aplicarse en tres momentos de la investigación. El primero sirvió como base para conocer todas las ideas previas que los alumnos tuvieran referentes al tema de la respiración y se denominó pretest. La segunda aplicación se realizó después de la revisión temática de los contenidos referentes al tema de respiración y se le llamó postest. Esta segunda aplicación nos permitió verificar si hubo un cambio instantáneo en el nivel de conocimientos, referentes al tema en cuestión, de los alumnos. El tercer instante se aplicó un largo tiempo después de la revisión del tema, al final del semestre, para conocer el nivel de permanencia de los aprendizajes realizados por los alumnos.

En el cuestionario se plantearon preguntas de tipo conceptual, las cuales se utilizaron para detectar y evaluar las concepciones previas de los alumnos respecto al contenido de la respiración. Las preguntas de tipo funcional y de comprensión se utilizaron para detectar y evaluar si los alumnos comprendían:

- Que los sistemas vivos se mantienen gracias a su capacidad de transformar energía
- Que la fermentación y la respiración son procesos, que con distintas rutas metabólicas sirven para la degradación de biomoléculas en los sistemas vivos
- La importancia de los procesos de conservación en los sistemas vivos.

Las preguntas de diversidad se utilizaron para saber si los alumnos eran capaces de explicarse la biodiversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo. El cuestionario muestra preguntas planteadas de manera diferente pero que su respuesta es similar, lo anterior fue para demostrar que el estudiante no respondió de manera aleatoria, ya que al comparar ambas respuestas se puede determinar si hay conocimiento y comprensión de las mismas. Para ilustrar lo anterior se pueden observar las preguntas 3 y 5 por ejemplo, ó la 8 y 9.

## Cuestionario

**1. ¿Qué es la respiración?**

Se espera una respuesta de conocimiento

**2. ¿Para qué respiran los seres vivos?**

Se espera una respuesta de conocimiento

**3. ¿Todos los seres vivos respiran?**

Se espera una respuesta de aplicación

**4. ¿Qué importancia tiene la respiración en los seres vivos?**

Se espera una respuesta de análisis

**5. ¿Se puede vivir sin respirar?**

Se espera una respuesta de análisis

**6. ¿A que nivel se lleva a cabo la respiración?**

Se espera una respuesta de aplicación

**7. ¿La respiración celular nos permite establecer relaciones evolutivas en los organismos?, ¿Por qué?**

Se espera una respuesta de comprensión

**8. ¿Podría una célula vivir sin mitocondrias? ¿Por qué?**

Se espera una respuesta de comprensión

**9. ¿Es necesario el oxígeno para que se lleve a cabo la respiración celular?**

Se espera una respuesta de análisis

**10. Si las plantas no tienen pulmones, entonces, ¿Cómo respiran?**

Se espera una respuesta de síntesis

**11. Elabora un esquema de la una célula y di que partes de ella participan en la respiración.**

Se espera una respuesta de comprensión

### 3.3.3 Esquema de trabajo

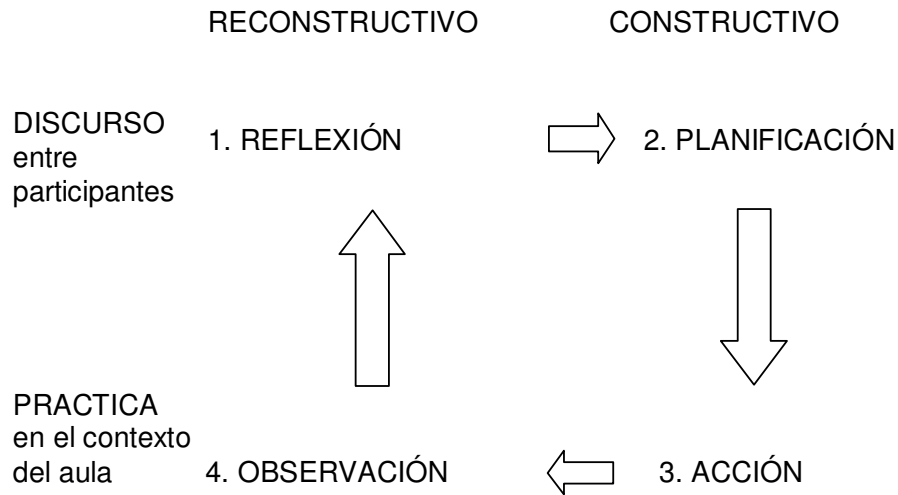
Como ya se mencionó, hubo dos etapas de trabajo, una en cada periodo escolar, a los que se denominaron ciclos, con base en la metodología de la investigación acción.

Al respecto, cabe recordar que el proceso de investigación acción constituye un proceso continuo, como contraposición al método lineal unidireccional de la investigación positivista (Kurt Lewin, 1953), una espiral, donde cada una de sus vueltas (ciclos) está constituida por cuatro momentos fundamentales: planificación, acción, observación y reflexión sobre los resultados de la acción, para luego reiniciar un nuevo circuito partiendo de una nueva problematización (Figura 1). Carr y Kemmis (1988: p.176), quienes han trabajado ampliamente en el tema, señalan al respecto lo siguiente:

Según Lewin, la investigación acción consiste en el análisis, la concreción de hechos y la conceptualización de los problemas; la ejecución de los mismos, y nueva concreción y evaluación de hechos, con los que se repite el ciclo de actividades, o mejor dicho la espira cíclica. Por medio de esta espiral de actividades, al

investigación acción crea las condiciones que permiten el establecimiento de comunidades de aprendizaje, esto es, de comunidades estudiosos comprometidos a aprender de los problemas y efectos de su propia acción estratégica y entenderlos, así como a mejorar la acción en la práctica.

Figura 1. Los "momentos" de la investigación-acción.



### 3.3.3.1 Primer ciclo

En este estudio participaron 42 alumnos, pertenecientes a dos grupos de estudiantes regulares, quienes fueron expuestos a dos modalidades de enseñanza cara a cara: la primera impartida por el autor de este trabajo y la segunda por el profesor del curso.

El primer grupo -al que se le denominó experimental- se trataba de un grupo cuyo profesor llevara el programa indicativo de acuerdo a como está establecido, que no llevara retraso en los temas y que no hubiese iniciado el contenido de respiración correspondiente al segundo tema "Diversidad de los sistemas vivos y metabolismo" de la primera unidad "¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?" del programa de Biología III para que un servidor pudiera impartírselo. El segundo grupo -denominado control- poseía las mismas características que el primero pero al cual ya se le hubiese impartido el contenido por parte de su profesor titular.

Es importante señalar durante esta primera fase el perfil de los docentes que me apoyaron en la aplicación de este trabajo. La primera es una profesora que conoce el sistema educativo del CCH desde sus orígenes ya que es una de las pioneras en la impartición de clases en el Colegio y cuenta con más de 30 años de experiencia. La segunda es una profesora que cuenta más de 10 años trabajando en el sistema del CCH. Ambas tienen la carrera de Biología y trabajan en el turno matutino del plantel.

Se contactó durante el periodo 2005-2007 a dos profesoras que atendían grupos de biología en el quinto semestre y que estuvieran dispuestas a apoyar el trabajo de investigación, se les explicaron los motivos del mismo y bajo un acuerdo se determinó trabajar con los grupos de la siguiente manera:

Uno de los grupos seleccionados, al que en este ciclo se le llamó “experimental”, se trabajó durante tres sesiones de 2 horas cada una de ellas y una cuarta sesión incompleta (es decir, solo se estuvo unos minutos con ellos), bajo el siguiente esquema:

En la primera sesión, 5 de octubre de 2005, se expusieron los motivos del trabajo a los estudiantes del grupo y los objetivos temáticos que se perseguían. Posteriormente se les aplicó un cuestionario diagnóstico (pretest) con el tiempo necesario para que lo contestaran. Finalmente, se realizó una exposición del tema de respiración usando como elementos de apoyo, solo gis y pizarrón. El número de alumnos en esta sesión fue 19.

La segunda sesión, ocurrió el 24 de octubre de 2005, fue realizada en el SILADIN<sup>31</sup>, donde con el apoyo de una computadora y un cañón se les demostró a los alumnos y a la profesora, el funcionamiento del disco multimedia, y se hizo un reforzamiento del tema con la ayuda de las imágenes insertas en el software “Respirar”. Al terminar, se les obsequió un disco a cada uno de los alumnos asistentes y se les dio la indicación que lo revisaran en su casa. El total de alumnos que asistieron a esta sesión fue de 16.

En la tercera sesión, se verificó la forma en la que los alumnos utilizaban el disco multimedia, en una sesión realizada en las computadoras del SILADIN. Al final de esa misma sesión, se les aplicó de nueva cuenta el cuestionario (postest), para compararlo con el inicial. Se mantuvieron 16 alumnos en asistencia.

El primero de marzo del 2006 se aplicó nuevamente el cuestionario (permanencia) a los alumnos de este grupo, para verificar si hubo persistencia en el aprendizaje. El total de alumnos a los que se les aplicó este cuestionario fue de 16.

Con el segundo grupo, que en este ciclo fue denominado “control”, se trabajó durante dos sesiones de dos horas cada una, de la siguiente forma:

En la primera sesión, 3 de octubre de 2005, se les explicó a los alumnos los motivos de la investigación solicitándoles su apoyo para la misma. Como en este grupo la profesora ya había explicado el tema a los alumnos, solamente se aplicó el cuestionario y fue considerado como el postest. El número de alumnos que asistieron a esta sesión fue de 22.

Se realizó una vista a este grupo el 17 de octubre de 2005, para que conocieran los resultados de su cuestionario y se les obsequió a los cinco más altos promedios una copia del disco con el multimedia “Respirar”. Esta reunión no se consideró como parte de la investigación.

---

<sup>31</sup> Sistema de laboratorios de innovación y desarrollo (SILADIN). Se promueve conjuntamente con la Secretaría Académica del CCH y la integración del trabajo de los laboratorios curriculares para el fortalecimiento de la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Experimentales (fuente: [www.unam.cch.mx](http://www.unam.cch.mx), 2007).

La segunda sesión en la que se trabajó con el grupo control, fue el primero de marzo de 2006, en esta ocasión se les aplicó el cuestionario y se les mostró el funcionamiento del software multimedia, en una presentación cañón. Asistieron a esta sesión 22 alumnos. Se notificó en esa sesión que la mayoría de los alumnos del grupo habían hecho una copia del multimedia previamente, lo que constituyó un evento inesperado en la investigación.

### 3.3.3.2 Resultados del primer ciclo

A pesar de que se tenía seleccionado el enfoque con el que se realizaría la investigación, la falta de experiencia de un servidor en el campo de la investigación cualitativa y la fuerte formación en el área de las ciencias experimentales hizo que el diseño de la investigación se marcara por esta última inclinación. Es por ello que el diseño de la investigación contuvo elementos como grupo experimental y grupo control<sup>32</sup>, los cuales fueron desechados en el planteamiento del segundo ciclo para tener más congruentes con el enfoque teórico metodológico empleado.

Al aplicar el pretest el promedio de aciertos fue de 3 de 11 posibles aciertos en el grupo experimental. Mientras que en el cuestionario intermedio el promedio fue de 9 aciertos de 11 posibles para este mismo grupo experimental y 3 aciertos promedio de 11 posibles para el control. Posteriormente se aplicó el cuestionario de permanencia a ambos grupos con los siguientes resultados: el grupo experimental tuvo un promedio de 5 aciertos de 11 posibles, en tanto que para el grupo control el promedio de aciertos fue de 5 de 11 posibles.

En la tabla I no se ponen los nombres reales de los alumnos y se les asigna un seudónimo correspondiente e idéntico para cada uno de los cuestionarios, para constatar el grado de aprovechamiento personal del estudiante antes y después del uso del disco interactivo. Se muestran en otro color aquellos alumnos que no realizaron el cuestionario diagnóstico, pero que sí utilizaron el disco interactivo y se dejó en blanco el espacio correspondiente a los alumnos que no se presentaron al cuestionario final pero que sí utilizaron el disco interactivo.

**Tabla I**

En la tabla se muestran el total de aciertos que los alumnos tuvieron en el cuestionario en cada una de las aplicaciones, tanto para el llamado grupo experimental como para el control. El promedio muestra el número de aciertos que se obtiene promediando el total de aciertos entre el número de cuestionarios elaborados. La identidad de los alumnos permanece en el anonimato, pero los aciertos son comparativos para cada alumno.

Aplicación	Experimental	Experimental	Experimental	Control	Control
Alumnos	1°	2°	3°	1°	2°
1	3	5	3	4	8
2	3	10	*	4	5
3	1	6	5	3	6
4	4	*	*	3	6
5	3	11	6	4	7
5	4	9	6	3	4

<sup>32</sup> Se podría decir que inicialmente el modelo que empleé fue mixto ya que presentaba una combinación entre los enfoques cualitativo y cuantitativo (Sampieri, 2003 p.21), pero mal manejado. Nota del autor.



6	3	*	*	3	3
7	2	8	4	3	5
8	3	11	6	3	5
9	2	*	3	3	3
10	4	*	3	4	7
11	4	8	4	3	6
12	3	*	5	3	3
13	3	7	6	3	6
14	3	6	6	2	5
15	1	*	*	2	6
16	6	9	6	2	6
17	3	10	6	2	3
18	3	4	3	1	1
19	*	9	*	4	6
20	*	10	*	5	3
21	*	11	*	5	7
22	*	11	9	4	7
<b>Promedio</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>5</b>

\* No se encontraban presentes el día que se aplicó el cuestionario.

En la tabla II se hace un concentrado comparativo con los promedios de cada etapa de aplicación.

**Tabla II**

En esta tabla se hace un concentrado comparativo de los resultados promedio obtenidos

<b>Grupo experimental</b>			<b>Grupo control</b>	
<b>Etapas</b>	<b>Total de alumnos</b>	<b>Promedio</b>	<b>Total de alumnos</b>	<b>Promedio</b>
<b>Diagnosis</b>	19	3	No realizada	No realizada
<b>Intermedio</b>	16	9	22	3
<b>Final</b>	16	5	22	5

Aunque de manera muy general se puede apreciar una notable diferencia entre los jóvenes que estudiaron el tema apoyados por el disco interactivo (grupo experimental) y los que lo hicieron sólo con la explicación de su profesor, en la permanencia de los contenidos se registra una paridad. La explicación a este resultado puede tener una probable explicación que a continuación se dará.

Después de aplicar la prueba intermedia al grupo control se les obsequió el disco interactivo como agradecimiento a su participación en el trabajo de investigación. Por la curiosidad natural de los jóvenes, varios de ellos lo exploraron y lo utilizaron como un apoyo para la comprensión del tema. En palabras de algunos de ellos, el material les pareció ameno, entretenido y muy didáctico para ser autoinstruidos. Por lo que cuando se aplicó la prueba de permanencia, algunos

de los jóvenes del grupo control ya conocían el material y éste les había servido de repaso y comprensión del tema.

Esta situación invalidó los resultados obtenidos hasta ese momento porque la perspectiva desde la que se estaban analizando resultó ser incompatible, ya que se había eliminado por completo la variable control, es decir, que los alumnos no tuvieran contacto con el disco interactivo. Sin embargo esta situación fue a su vez provechosa, ya que ayudó a generar nuevas líneas de investigación en el estudio de este caso, como dice Moser (1978, en Castillo) “el conocimiento práctico no es el objetivo de la investigación acción, sino el comienzo”.

Desde otra perspectiva y acorde a la investigación acción este ciclo sirvió para replantear el problema y mejorar el material contenido en el disco interactivo. Estas ventajas son derivadas de la práctica misma y es tal como plantea el discurso de la investigación acción en uno de sus rasgos propios: Analizar situaciones sociales, las que pueden ser inaceptables en algunos aspectos; susceptibles de cambio, y que requieren respuestas. El resultado es más una interpretación que una explicación contundente.

Aún más, el resultado de este ciclo ayudó al proceso de autorreflexión, también ayudó a reflexionar sobre los demás actores, es decir, los alumnos, el tratar de conocer cuál fue su perspectiva de la situación, su opinión sobre el material y su desempeño como estudiantes, ayudó a entrar mas en sus intereses ya que el diálogo se facilitó porque no había condiciones restrictivas ni punitivas y también, claro está, la opinión de las profesoras titulares de los grupos quienes vertieron sus opiniones sobre el material y comentaron del entusiasmo que había cambiado entre sus alumnos el materia por un lado y el cambio de dinámica por otro.

Entre los resultados que se perseguían con la aplicación del interactivo se consiguió optimizar el tiempo de la clase y de acuerdo a propias palabras de los estudiantes también se logró tener un lenguaje más afín a sus intereses, les brindó la posibilidad de recurrir de manera frecuente, y acorde a sus intereses también, a la información y aprender a su propio ritmo. Dentro del salón de clases fue una buena herramienta didáctica, factible de aplicarse en el programa oficial, para los profesores, debido a que ayudó al alumno a reconocer y a comprender las reacciones químicas que constituyen en los seres vivos una ruta metabólica como lo es la respiración.

El análisis del primer ciclo de la investigación sirvió para conocer mejor nuestro enfoque y los resultados obtenidos sirvieron para realizar un nuevo diseño de intervención, es decir, la propuesta se volvió prospectiva, por lo que se decidió volver a aplicarla para obtener un nuevo ciclo.

### **3.3.3.3 Segundo ciclo**

Como la investigación acción constituye un proceso continuo, una espiral donde se van dando los momentos de plantear problemas, diagnóstico, diseño de una propuesta de cambio, aplicación de la propuesta y evaluación, para luego reiniciar un nuevo circuito, se realizó un segundo ciclo. Y aunque sabemos que nos encontramos ante un proceso que no tiene fin, baste este segundo ciclo para concretar los propósitos de esta tesis.

Para el segundo ciclo de investigación, se trató, en la medida de lo posible igualar las condiciones del perfil de los docentes que apoyaron el trabajo. Es decir, aunque ahora los profesores fueron varones, había uno que es pionero en el CCH, con más de 30 años de experiencia y otro con más de 10 años de experiencia en el proyecto del Colegio. Esto se realizó con la intención de no variar otro parámetro y poder tener un punto de comparación entre el primer y segundo ciclo.

Sin embargo en esta etapa el análisis del proceso sería distinto, partiría de una visión general de la situación acontecida en el salón de clases, ya no existirían grupo control ni experimental, ambos serían considerados de manera igual. La única diferencia entre ambos grupos es que en denominado grupo A, el tema fue explicado por el autor de esta tesis, mientras que en el grupo B el tema fue explicado por el profesor titular del grupo. La propuesta de manejar dos grupos en este ciclo, fue para minimizar los efectos que pudieran haber existido al momento de explicar el tema por mi parte, ya que al elaborar el multimedia y conocer el contenido del mismo, los alumnos serían conducidos, no intencionalmente, a responder lo que buscaba en el cuestionario.

Las respuestas a los cuestionarios fueron analizadas de manera más profunda en lo cualitativo que en lo cuantitativo, tratando de valorar la subjetividad<sup>33</sup> de las respuestas de los participantes para así averiguar el grado de aprendizaje obtenido por los alumnos (con base en una interpretación del primer dominio de la taxonomía de Bloom), como un nuevo foco de atención requerido para abordar nuestro propósito de investigación. El análisis que se realizó fue de tipo mixto. La evaluación fue aplicada en todo momento y no sólo al final del ciclo como anteriormente, dando con esto una retroalimentación a todo el proceso.

Para complementar el estudio de caso, en esta ocasión, se hicieron observaciones de tipo etnográfico<sup>34</sup>, es decir, se compilaron y evaluaron observaciones directas del comportamiento habitual de los alumnos de estos grupos del CCH, a través de las notas de campo al participar de forma directa en la actividad del uso del disco multimedia para conocer los cambios en los educandos, sus actitudes, sus creencias y opiniones, lo más cerca posible del momento en que sucedieron. El fin principal fue analizar y describir intensamente los diversos aspectos del fenómeno estudiado, con el objetivo de mejorar o tomar las decisiones pertinentes.

En este segundo ciclo participaron 50 alumnos, pertenecientes a dos grupos de estudiantes regulares, quienes fueron expuestos, igual que en el primer ciclo, a dos modalidades de enseñanza cara a cara: la primera impartida por el que escribe este trabajo y la segunda por el profesor del curso. Del total de 50 alumnos, 40% fueron hombres y 60% mujeres. Todos los estudiantes eran

---

<sup>33</sup> La subjetividad no es el rechazo a la objetividad, es la intención de captar las interpretaciones de la gente, sus creencias y significaciones. Nota del autor

<sup>34</sup> La palabra etnografía, empleada en el sentido genérico, se refiere a la disciplina que tiene por objeto, la producción de descripciones culturales. Con una referencia regional (p. ej. "Etnografía de la Polinesia"), el término significa tanto la forma en la que se concibe y practica la etnografía en esa región como el estudio colectivo o comparado de los textos etnográficos relativos a los pueblos que la habitan. Actualmente constituye una rama de la etnología que tiene por objeto la descripción y el análisis de grupos humanos lo suficientemente pequeños como para ser aprehendidos por un número reducido de investigadores, siguiendo métodos generalmente no estadísticos (Conklin, 1968, en: Llobera, 1988: p. 153).

solteros (100%) y se dedicaban solamente a la escuela. La edad promedio de la población fue de 17 años.

Se trabajó con los grupos de la siguiente manera: Para el grupo A hubo un total de cuatro sesiones de trabajo completas y una donde se aplicó el cuestionario. En la primera sesión (6 de septiembre de 2006), se les explicó a los alumnos los propósitos de la investigación, pero a diferencia del primer ciclo, se les preguntó sobre sus expectativas al respecto. Algunos respondieron que les parecía interesante y que estaban dispuestos a colaborar, mientras que la mayoría permanecieron callados, pero con expectativas en sus rostros. Con lo anterior se propició un clima de confianza en el grupo de trabajo. La sesión terminó con la aplicación del pretest. En la segunda sesión (26 de septiembre de 2006), les expliqué el tema utilizando el disco multimedia como material de apoyo, proyectándolo con cañón en el salón de clases. Bajo esta técnica expositiva busqué que los alumnos tuvieran una mayor participación al hacerles preguntas directas, las cuales respondían de manera acertada al inferir la respuesta con base en las imágenes y textos del multimedia. La tercera sesión (28 de septiembre de 2006), se realizó en el SILADIN, donde hice una recapitulación del tema y procedí a responder las dudas que se generaron, posteriormente se les permitió a los alumnos navegar en el programa de manera libre. Mis intervenciones sólo fueron a petición de los alumnos, el resto del tiempo me dediqué a observar sus reacciones. Al término de la sesión cada alumno se llevó una copia del software.

La aplicación del programa interactivo en el SILADIN tuvo como objetivo verificar que todos los alumnos del grupo vieran y manejaran en el disco el contenido del tema de respiración. Ya que como se mencionó anteriormente, en el primer ciclo de investigación, el material fue entregado a los alumnos para que estos lo revisaran en sus casas, lo que no daba la certeza de que ocurriera.

Posterior a la sesión de revisión conjunta del material, se les recomendó que lo estudiaran en sus casas. En la siguiente sesión (3 de octubre de 2006), les apliqué el cuestionario postest para conocer el grado de aprendizaje adquirido con el uso del material. La última intervención que tuve con el grupo fue el 11 de diciembre de 2006, donde apliqué el cuestionario de permanencia.

Con el grupo B el esquema fue de la siguiente manera. La primera sesión (21 de septiembre de 2006) sensibilicé al grupo dando una explicación y los motivos de la investigación, también escuché las opiniones de los alumnos al respecto, no hubo gran variación con lo comentado en el grupo A y posteriormente procedí a la aplicación del pretest. Las siguientes dos sesiones, 12 y 17 de octubre, presencié la explicación del profesor acerca del tema de la respiración. Fue una clase expositiva, el profesor utilizó acetatos y pizarrón como material de apoyo para el tema. La participación del grupo fue muy escasa, casi no se generaron preguntas. La siguiente sesión (19 de octubre de 2006), se desarrolló en el SILADIN, donde los alumnos conocieron el material didáctico propuesto en esta tesis. Debido a un problema con las computadoras, los alumnos tuvieron que sentarse en parejas para utilizar el multimedia, lo que resultó una variable interesante, porque los alumnos se compartían sus dudas y trataban de respondérselas entre ellos, otros más se divertían con las actividades contenidas en el software y se retaban entre sí a contestarlas. El clima en general era muy agradable y me permitió acercarme más a los alumnos y recoger sus comentarios respecto al programa. Al término de

la sesión les entregué una copia del disco a los alumnos y les pedí que lo revisaran profundamente en su casa. La siguiente sesión (24 de octubre de 2006), se les aplicó el postest. El profesor del grupo tomó los resultados como parte de la evaluación de los alumnos. En la última sesión que tuve con el grupo B, 5 de diciembre de 2006, les apliqué el cuestionario de permanencia.

### 3.3.3.4 Resultados del segundo ciclo

El análisis primario fue de tipo cuantitativo, al igual que en el primer ciclo de la investigación, ya que esto se asemeja al proceso de análisis que se hace en cualquier semestre por parte de los profesores. Éstos ven el rendimiento de los alumnos a través de sus calificaciones y no siempre a través de su participación y desempeño dentro del salón de clases. Es a través de esta visión numérica, que algunos profesores presuponen el logro del aprendizaje por parte de los alumnos. Lo anterior se podría ejemplificar con los exámenes extraordinarios, en los que sólo se mide un número en la calificación y no el rendimiento, ni el aprendizaje de los alumnos.

El estudio de los grupos A y B desde esta perspectiva, nos permite dar una idea panorámica de cómo va el proceso de aprendizaje, ya que en el pretest se observa que los alumnos tenían un conocimiento escaso de lo que es la respiración obteniendo un promedio de tres aciertos en el cuestionario para el grupo B, obteniendo el alumno más alto seis aciertos y los más bajos uno, mientras que para el grupo A el promedio fue de cuatro aciertos en el cuestionario, y los alumnos más altos tuvieron también seis aciertos y los más bajos solo dos. En

el postest que se aplicó después del disco interactivo, se observó un cambio notable en el número de aciertos de los alumnos pasando de once el más alto hasta seis el más bajo, este segundo número, es equivalente al más alto de la primera aplicación. En la tercera aplicación, la de la permanencia de los conceptos, se nota que en la mayoría de los alumnos hay aprendizajes, aunque no su calidad, ya que el más alto tuvo diez aciertos y el más bajo tuvo tres. Un caso interesante lo constituye una chica, a la que denominamos “Erika”<sup>35</sup>, perteneciente al grupo B, quien no conoció el CD, aunque sí resolvió los tres cuestionarios; su resultado fue de cinco aciertos en el cuestionario de permanencia, el aprendizaje de esta chica sólo dependió de lo que vio en clase con el profesor ya que su número de aciertos en el pretest fue de tres y de ocho en el pos-test, lo que indica que esta chica mejoró sólo en dos aciertos del total de los reactivos, (ver tabla IV).

**Tabla III**

En la tabla se muestran el total de aciertos que los alumnos tuvieron en el cuestionario en cada una de las aplicaciones para el llamado grupo A. La identidad de los alumnos permanece en el anonimato, pero los aciertos son comparativos para cada alumno.

Aplicación	Grupo A	Grupo A	Grupo A
Alumnos	Pretest	Postest	Permanencia
Manuel	2	8	8
Ruth	2	7	4

<sup>35</sup> En todos los casos que se citen los alumnos o sus comentarios, estos se manejarán con un seudónimo para no comprometer la identidad de los alumnos. Nota del autor.

Rubén	4	7	6
Carlos	3	6	3
Rosa	6	7	5
Lola	4	8	10
Josefa	4	8	7
Petra	5	5	6
Cipriana	4	7	6
Samuel	4	5	*
Gabriela	*	9	6
María	3	6	*
Elías	3	*	6
Donatelo	2	6	7
Jacinta	4	6	7
Patricia	2	*	*
Daniel	6	7	*
Lupe	3	3	5
Magos	3	7	6
Esmeralda	5	7	8
Silvia	2	7	8
Genaro	6	3	*
Raquel	6	6	3
Elvira	*	9	6
Chucha	4	6	7
Toño	2	6	7
Pablo	6	8	8
<b>Promedio</b>	4	7	7

\* No se encontraban presentes el día que se aplicó el cuestionario.

**Tabla IV**

En la tabla se muestran el total de aciertos que los alumnos tuvieron en el cuestionario en cada una de las aplicaciones para el llamado grupo B. La identidad de los alumnos permanece en el anonimato, pero los aciertos son comparativos para cada alumno.

<b>Aplicación Alumnos</b>	<b>Grupo B Pretest</b>	<b>Grupo B Posttest</b>	<b>Grupo B Permanencia</b>
Jesica	1	8	*
Itzel	4	*	7
Cristian	*	8	*
Vanesa	4	*	*
Erika	3	8	5
Ivonne	6	9	*
Rubén	5	8	8
Verónica	1	9	7
Lizbeth	2	6	6
Jesús	5	9	7
Luis	3	3	5
Alejandro	3	11	9
Susy	3	10	10
Alejandra	4	7	7

Angel	*	10	8
Ricardo	3	*	9
Miguel	5	10	9
Cecilio	2	9	*
Miriam	3	6	8
Jonatan	4	7	7
Jazmín	2	9	*
Omar	3	8	6
Alma	5	*	7
Promedio	3	9	7

\* No se encontraban presentes el día que se aplicó el cuestionario.

A diferencia de lo revisado en el primer ciclo, en este ciclo se consideró que esta evaluación es insuficiente para determinar la calidad del aprendizaje de los alumnos y los factores que intervinieron para que éste se lograra.

Un segundo nivel de análisis permitió encontrar las particularidades más interesantes de la investigación, y por ello se realizó un estudio más detallado etapa por etapa. En la primera, la fase de descubrimiento o pretest se reconocieron las pautas con las que emergieron los datos examinándose de la manera más adecuada posible. En la segunda fase, postest, se reunieron y analizaron los datos según su semejanza. En la fase final se interpretó la información según el contexto en el que fue recolectada, considerando si hubo alguna influencia de las personas que se encontraban en el entorno inmediato al momento de la recolección, que fueron datos directos. A continuación se desglosa la forma en la que se obtuvieron y el sesgo de los presupuestos.

#### **3.3.3.4.1 Etapa de pretest**

En el momento en que los profesores hacían la indicación a los alumnos de que un profesor diferente necesitaba realizar un trabajo de investigación con su apoyo existía un cierto desconcierto en sus rostros. Una vez que tomaba la palabra y les explicaba el propósito de la investigación, cuál era el papel que ellos iban a desempeñar y que se les aplicaría un cuestionario la mayoría mostraban una actitud de desconfianza, pero aceptaban con resignación ya que el profesor titular se los indicaba. Para minimizar esta primera impresión de los jóvenes, procedí a preguntar su opinión respecto a este tipo de investigaciones, y aunque pocos fueron los que participaron, la situación ayudó a relajar un poco la tensión. Mientras los alumnos contestaban el cuestionario me permití acercarme a aquellos con rostro todavía desconcertado y trataba de dialogar con ellos explicando más a fondo lo que su aportación brindaría y respondiendo a las inquietudes que pudieran tener, entre las cuales se puede citar que la mayoría tenían temor por la calificación que este cuestionario traería a su registro. Se les hizo ver que no tenía ninguna influencia en su calificación y poco a poco fueron tomando confianza.

Al finalizar el cuestionario, se volvió a enfatizar acerca de la labor con la que ellos estaban colaborando y cuáles podrían ser los alcances de su participación y la actitud de escepticismo cambió por completo, lo cual se pudo corroborar con

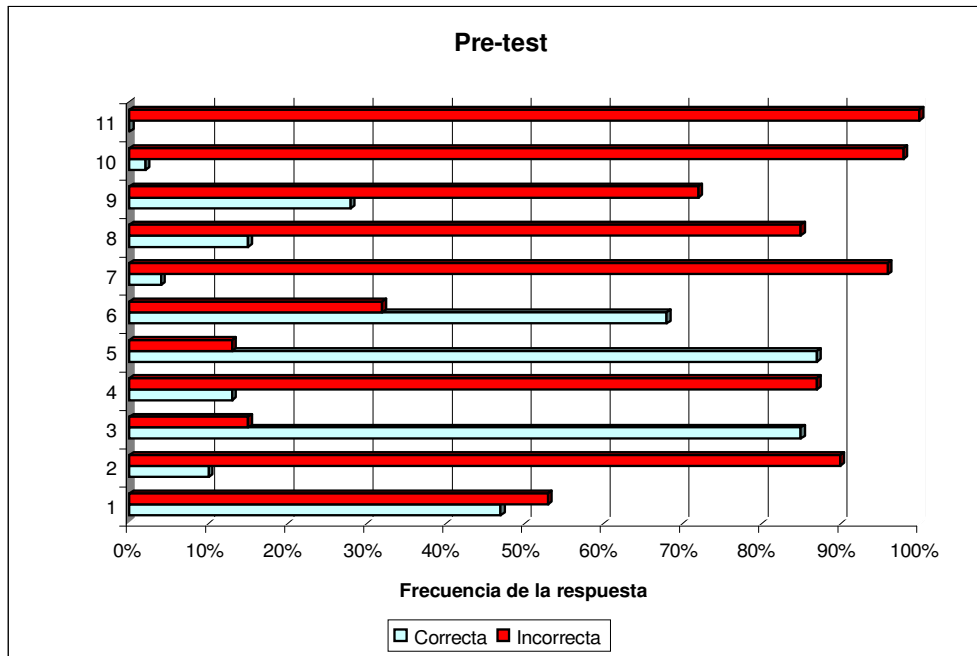
sus comentarios y preguntas finales. Asimismo, se les indicó que habría otras sesiones de trabajo y se les agradeció nuevamente su colaboración.

En esta etapa de pretest se observó que existen varios preconceptos (ideas previas o espontáneas)<sup>36</sup> referentes a la respiración (Gráfica 1) y a continuación se detallan en orden correspondiente a la frecuencia en la que se presentaron:

1. Primero que la respiración es sólo un intercambio gaseoso de  $O_2$  por  $CO_2$ .
2. Segundo que el  $O_2$  es un componente necesario para todos los seres vivos.
3. Tercero el proceso de respiración se lleva a cabo en los pulmones. Las plantas al carecer de pulmones respiran a través de los estomas.
4. Cuarto las plantas respiran a través de la fotosíntesis.

**Gráfica No. 1**

En la Gráfica se muestra la proporción de respuestas correctas e incorrectas durante la etapa de pretest. En ella se puede percibir que las preguntas de comprensión, análisis y síntesis son las que más se les dificultaron a los alumnos durante esta etapa. También se puede observar que el conocimiento de los alumnos no parte de cero, siempre hay unas preconcepciones sobre el tema.



Algunas de estas ideas se conocieron durante la aplicación del primer ciclo, el análisis somero sirvió de base para hacer los cambios que consideré adecuados en el disco multimedia, esperando que al utilizar éste durante este ciclo, se combatieran las ideas espontáneas de los alumnos.

Para ello, en este segundo ciclo, se buscó cuál podría ser la base de esas ideas previas en los alumnos. Su conocimiento es importante ya que se sabe que éstas dirigen y orientan el procesamiento de la información que se estudia en los libros o la interpretación de las explicaciones del profesor, también se sabe que

<sup>36</sup> Los alumnos desarrollan ideas sobre su mundo, construyen significados para las palabras que se usan en ciencia y despliegan estrategias para conseguir explicaciones sobre cómo y por qué las cosas se comportan como lo hacen (Campanario, 1998)



dificultan los procesos de aprendizaje y que de acuerdo al aprendizaje significativo es sobre de éstas que se edifican los nuevos conocimientos.

Se detectó que el tema se estudia en la segunda unidad del programa de Biología I del CCH, pero éste está tan cargado de contenidos que no se revisa de manera profunda, y pudiera ser que ahí se formen esas concepciones erróneas.

Sin embargo yendo un poco más atrás en la historia académica de los alumnos, se encontró que el tema de respiración también lo estudian los pupilos durante el segundo año de secundaria, y revisándolo en varios de libros de texto a ese nivel, se hallaron los siguientes datos; el tema se encuentra en la 3ª Unidad “Funciones de los seres vivos” después del primer tema: “Relación órgano, tejido, sistema” en donde se hace énfasis en la mitocondria y se genera una confusión sobre los niveles en los que se estudia la respiración; para ser más explícito, al nivel celular le llaman “respiración interna”, mientras que al intercambio gaseoso le llaman “respiración externa”, ahí también señalan que uno de los órganos involucrados en la respiración son los estomas que se encuentran en el envés de la hoja en las plantas (Sainz, 1998; Fernández, 1998 y Reyes, 2002). Con respecto a la respiración anaeróbica solo hay menciones sin profundidad.

Es interesante ver cómo todos estos conceptos mal interpretados por los autores de esos textos se mantienen en el estudiante y son la base sobre la que debemos partir para reestructurar sus conocimientos si queremos lograr un aprendizaje correcto de los contenidos. Una enseñanza que no tiene en cuenta las ideas previas erróneas de los alumnos, no logra eliminarlas o les produce confusión y rechazo.

El carácter reiterativo, sensorial y directo de dichas experiencias y, fundamentalmente, la forma habitual de interpretarlas mediante la utilización del pensamiento ordinario, conducen a interiorizar determinadas explicaciones como evidencias incuestionables. Así se elaboran, por ejemplo, ideas tales como las señaladas anteriormente.

Otros conceptos interesantes encontrados en esta etapa de pretest fueron:

- En las primeras preguntas la mayoría de los alumnos saben que la respiración es un proceso necesario y que depende del oxígeno, aunque la mayoría tienen idea de que es importante, no saben por qué.
- Muchos de los alumnos asocian el proceso de la respiración a una actividad netamente humana, o lo refieren a su vivencia personal.
- Se cree que el  $O_2$  es un tipo de alimento y que sirve para oxigenar el cerebro.
- Los alumnos piensan que con el  $O_2$  se forma el  $CO_2$  en nuestro cuerpo o como ellos lo dicen literalmente: el  $O_2$  se convierte en  $CO_2$ .
- Los alumnos establecen una relación entre el  $O_2$  que producen las plantas y que sirve para que nosotros respiremos y que el  $CO_2$  que exhalamos es benéfico para las plantas.
- La mayoría señala que las mitocondrias son indispensables para que se lleve a cabo la respiración.
- Ninguno de los estudiantes en un principio ubican esquemáticamente donde se lleva a cabo el proceso de la respiración, es decir son incapaces de descomponer una célula en sus partes y decir concretamente dónde se realiza la respiración.

### 3.3.3.4.2 Etapa de uso del disco multimedia o postest

La aplicación del segundo cuestionario estuvo precedida del uso del disco interactivo, al igual que en el primer ciclo se utilizó de la siguiente forma: En ambos grupos el programa Respirar se instaló en las computadoras del SILADIN (que fue el lugar donde los jóvenes lo exploraron) y se les permitió a los alumnos del grupo que lo exploraran de forma libre. En el grupo A los alumnos lo revisaron en forma individual, mientras que en el grupo B algunos lo hicieron de manera individual y otros en parejas. La elección de cómo trabajar se les dejó de manera libre y dependió del número de computadoras disponibles, ya que por la cantidad de alumnos, las máquinas eran insuficientes para que les tocara de una a cada quien. Esta metodología ayudó a que los jóvenes hicieran más comentarios entre ellos al respecto del programa. Los que no eran muy hábiles para manejar la computadora fueron auxiliados por los que sí la dominaban, otros prefirieron aislarse y conocer el programa de manera personal, algunos más se retaban entre sí para resolver los cuestionarios que se encontraban en el programa. Lo interesante de esta sesión es que los jóvenes se acercaron por si mismos al programa con mi vigilancia y asesoría, a diferencia de lo que se hizo en el primer ciclo, que se les entregó el disco y los jóvenes lo abrieron por su cuenta en su casa. Esta situación me permitió observar sus reacciones ante el programa las cuales fueron muy diversas, desde interés completo hasta un poco de aburrimiento en un caso. Pude preguntarles a los jóvenes sobre su opinión del programa y algunos me señalaron desde aspectos técnicos (como el hecho de que el programa no corría bien a causa de la memoria de la computadora) hasta aspectos motivacionales, una chica me comentó, por ejemplo, que las caritas del perro que evaluaba sus resultados le resultaba motivante. En contraste, me acerqué a la chica que se miraba aburrída para conocer su parecer y me comentó que el programa le parecía interesante, pero que le daba flojera leer tanto texto.

A continuación vierto algunos comentarios de los alumnos recogidos como notas de campo durante el desarrollo de la sesión (diario de campo del investigador, 19 de octubre, 2006).

- Después del uso del CD, cuando el profesor nos preguntó, nos dimos cuenta que sí, efectivamente habíamos aprendido. (Petra)
- Con este estilo puedes ver cómo actúan las moléculas o elementos en los organismos, ya que es más complicado ver puras letras y números. (Pablo)
- Te da una idea de cómo funciona tu organismo. (Elvira)
- Es una forma novedosa y amena para entender este tema que es algo complicado. Pero está bastante largo. (Jacinta)
- Me gustaron las preguntas capciosas que planteaba y que nos daba la oportunidad de conocer la respuesta. (Josefa)

- Pienso que se aprende un poco mejor porque además de la explicación, aparecen dibujos, cuadros, etc., que te ayudan a visualizar mejor. (Rosa)

- El programa fue muy interesante, me gustó porque hubo muchas actividades divertidas, en las que me sentí muy bien porque estaba muy activa, aprendí muchas cosas que no sabía. (Chucha)

- El programa es una buena técnica de enseñanza, pues al interactuar es más fácil que aprendamos los conceptos y no es nada aburrido. (Lola)

- Pude entenderle un poco mejor de esa forma y lo que más me gustó fueron los perritos que salen en la autoevaluación. (Silvia)

- Fue algo interesante, ya que pudimos complementar los conocimientos ya existentes en nosotros y además podemos evaluar con las actividades que venían en este programa. (Genaro)

Algo que me parece interesante de resaltar fueron las reacciones del profesor del grupo B, cuando éste se acercaba a despejar una duda sobre el tema con los jóvenes trabajando en la computadora y con base en lo que se desplegaba en la pantalla del monitor quedaba atrapado por el programa, olvidando, por momentos a lo que se aproximó con los chicos, ya que él tampoco conocía el contenido del software, fue hasta ese momento que él pudo verlo. Un profesor más, ajeno al grupo, que se encontraba en la sala también se interesó por el material y dijo que le parecía un recurso muy atractivo y pedagógicamente muy bueno.

Los resultados en esta etapa fueron excelentes ya que la velocidad promedio para responder las preguntas fue de 20 minutos, 10 menos en promedio, que en el pretest y el grado de aprovechamiento fue mayor, no sólo por lo que se aprecia en las tablas III y IV, sino por la calidad de las respuestas.

Como se observa en la tabla III, en el grupo "A" hay cuatro personas que tienen un número de aciertos inferior a 6, y se pudo verificar que justamente esas cuatro personas no asistieron a la sesión de trabajo con el disco interactivo y tampoco lo revisaron en sus casas puesto que no se les entregó por no haber asistido (tampoco lo obtuvieron por otro medio). Si se observa el resultado obtenido en el pretest, estos alumnos poseen casi el mismo número de aciertos que en el postest, salvo un solo caso en donde el número de aciertos baja a la mitad de la pre al postest, una posible explicación al respecto, es que se pudo haber debido a que el alumno haya copiado las respuestas a un compañero durante el pretest, aunque, claro, pueden existir otras respuestas.

En los demás casos la mayoría de los alumnos mejora sus respuestas en el postest. Sin embargo se siguen encontrando errores interesantes, aunque en menor proporción que en el pretest, en aspectos como los siguientes:

- Se tiene la creencia de que en las reacciones de oxidación-reducción sólo el  $O_2$  oxida. Hay una fuerte conexión entre el término oxidación con el oxígeno y no

queda claro que, una reacción de oxidación, es cuando un elemento químico pierde electrones, que otro elemento que se reduce, los gana.

- Al momento de responder la primera pregunta, por ejemplo, hay confusiones en el lenguaje, más que en el concepto, los alumnos utilizan el término “producir” en vez de “degradar” la glucosa.
- No se logra dar la conexión entre la respiración anaerobia y la ausencia de mitocondrias. Por esta razón se puede decir que no se da el conocimiento de la comprensión, ya que no se capta el sentido directo del fenómeno de que la respiración anaerobia se realiza en el citoplasma celular. Que puede o no haber ausencia de mitocondrias para realizarse, ya que hay organismos facultativos que ante un caso extremo, aunque posean mitocondrias pueden realizar una respiración anaeróbica, es por ello que se afirma que aquí la mayoría de los alumnos no ha llegado a la comprensión de este hecho particular. Otro caso fue un alumno que se aferró a sus preconcepciones puesto que, en la pregunta 10, responde: “los estomas y tilacoides son como las mitocondrias”.
- Se aprecia que continúan asociándose los conceptos de mitocondrias, estomas, y fotosíntesis como análogos al proceso de respiración. Como ya se señaló, existe un fuerte preconcepción en los alumnos para asociar en los organismos autótrofos, el proceso de la fotosíntesis con el de la respiración. Aunque esta tendencia se reflejó desde el primer ciclo y fue uno de los puntos que se corrigió en esta segunda versión del disco, al parecer es necesaria otra estrategia para subsanar esta deficiencia en los alumnos.

Los resultados del postest también muestran que las respuestas incorrectas obedecen a diferentes factores que en el pretest. Se puede apreciar que aquí los errores cometidos por los alumnos están sujetos a equivocaciones en el manejo del lenguaje y en conceptos que debieron haberse sustentado en sus clases de química, ya que el término de oxido-reducción que se necesita para comprender bien la respiración celular, genera confusión con el de oxígeno como elemento de la tabla periódica, o lo que también ya se mencionaba de las palabras producir y degradar. También se observan cambios positivos, la mayoría ya sabe qué es la respiración y lo asocia como parte del metabolismo de los organismos y cambia en cierta medida su concepción de intercambio gaseoso, también ya están seguros de que todos los seres vivos respiran, y que es de vital importancia para ellos. (Gráfica 2).

Por lo que se puede advertir, y de acuerdo a lo investigado en la taxonomía de referencia, el nivel máximo que alcanzaron determinados alumnos en esta etapa es el de análisis. En lo referente al siguiente nivel, el de síntesis, que era el máximo dentro del cuestionario, la mayoría no lo alcanzaron. Sin embargo, en los comentarios posteriores a la aplicación del cuestionario se detectó que cinco estudiantes mostraban un pensamiento crítico respecto al tema y eran capaces de sustentar sus propias ideas, por lo que considero que alcanzaron el siguiente nivel en la taxonomía de Bloom, el de evaluación.

Algunos ejemplos que dan sustento a lo mencionado anteriormente se citan a continuación:

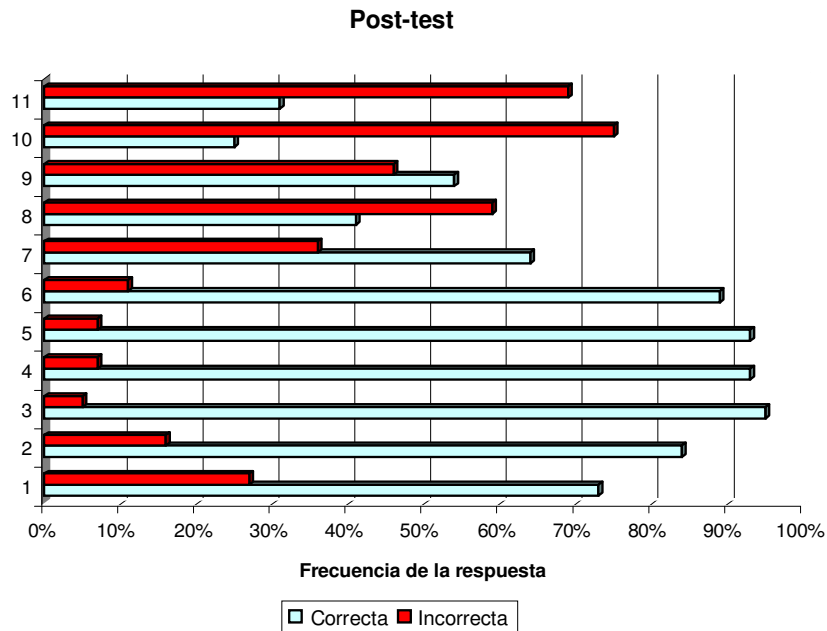
- El oxígeno sólo es necesario para la respiración aeróbica, pues éste es el aceptor final de los electrones en la cadena respiratoria. (Lola)

- Si en la atmósfera primitiva no existía oxígeno libre, los seres de ese entonces serían anaeróbicos, entonces al cambiar las condiciones atmosféricas los organismos debieron evolucionar para que se originaran los aerobios. (Manuel)

- Si se interrumpiera en alguna etapa la respiración, los animales morirían por falta de energía y no por el oxígeno. (Silvia)

### Gráfica No. 2

Se muestra la proporción de respuestas correctas e incorrectas en el postest, aplicado durante la etapa inmediata después del uso del disco interactivo y la exposición del tema por parte del profesor. El conocimiento de los alumnos mejora notablemente con respecto a la etapa inicial. Sin embargo la pregunta más difícil para la mayoría de los alumnos fue la de síntesis: *Si las plantas no tienen pulmones, entonces ¿Cómo respiran?* Correspondiente al rubro 10.



#### 3.3.3.4.3 Etapa de permanencia

El propósito de una tercera aplicación del cuestionario, fue el de corroborar la permanencia de los contenidos en el alumno y de conocer cuáles eran las interpretaciones hechas por ellos, una vez sedimentados sus conocimientos, sobre el tema de la respiración celular.

Este cuestionario se aplicó al término del semestre y sin previo conocimiento de los alumnos, con la intención de que los alumnos no hicieran ningún tipo de preparación y se reflejara el aprendizaje significativo.

Cuando se les invitó a que resolvieran el cuestionario los alumnos se sorprendieron y comentaron que ya se lo sabían. Se les explicó el por qué debían de contestarlo y se les hicieron recomendaciones generales de que lo debían trabajar en forma personal, que no tenía que ver con su calificación, etc.

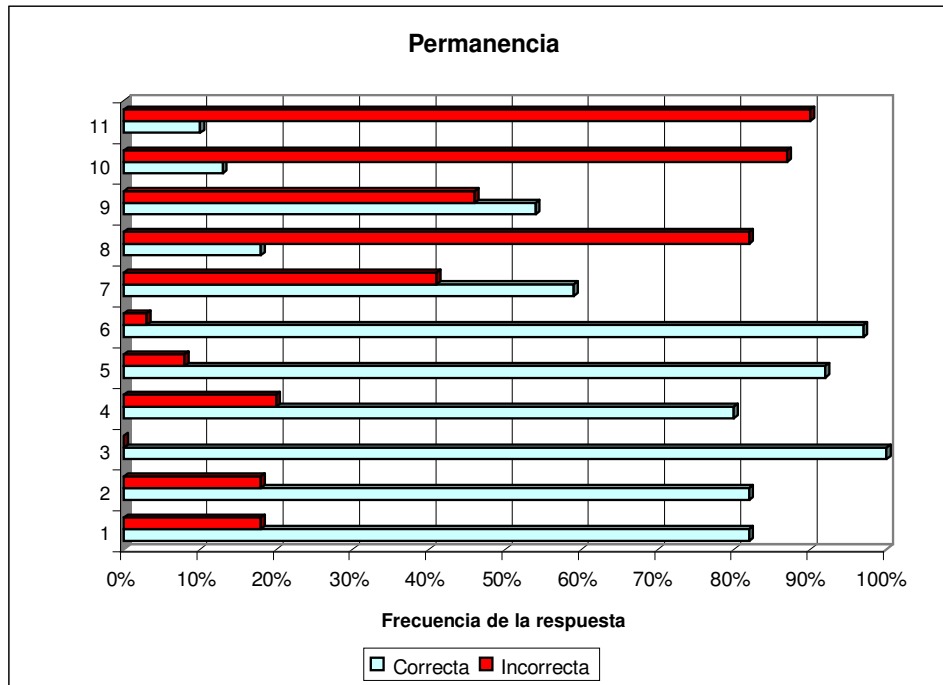
La resolución del cuestionario fue más rápida que en las ocasiones anteriores, el último en resolverlo tardó 15 minutos y el primero sólo 5. En esta ocasión no hubo preguntas ni comentarios por parte de los alumnos.

A pesar de la velocidad con la que fue respondido, los resultados fueron muy satisfactorios, ya que el nivel alcanzado por los alumnos no disminuyó de forma considerable como esperaba por el poco tiempo en que tardaron en contestarlo (Gráfica 3).

Se pudo reflejar, de acuerdo con las respuestas, que hay un avance en cuanto a complejidad, ya que se utilizan conceptos nuevos en su lenguaje como rutas metabólicas, transporte de electrones, glucólisis, ciclo de Krebs, por ejemplo Lola (y que no es el único caso), define acertadamente a la respiración de la siguiente manera: Es un proceso metabólico que tiene como finalidad obtener ATP a partir de la glucosa. Respuesta que no se da incluso en la etapa inmediata posterior al uso del disco, con lo que infiero, que hubo un proceso de sedimentación de la información parte del alumno, o dicho en otras palabras, un aprendizaje significativo.

**Gráfica No. 3**

Se muestra la proporción de respuestas correctas e incorrectas durante la etapa de permanencia. Después de un periodo en el que el alumno sedimenta la información y asocia sus conocimientos con otros que se hayan dado en el semestre, se produce el aprendizaje significativo. En aquellos contenidos en los que se mostró un preconcepto, éste se mantiene y es difícil de erradicar.



Después de utilizar el CD se nota un progreso inmediato en la concepción del proceso de la respiración por parte de los alumnos, sin embargo, gracias a este tercer cuestionario se pudo conocer qué pasa después de un tiempo en que los contenidos o el CD no se han usado, y lo que se encontró es que algunos de los alumnos regresan a sus preconcepciones, por ejemplo, el 18% de ellos mantienen la asociación de que la respiración es la obtención de  $O_2$  para vivir cuando se es pregunta: ¿Qué es la respiración? También podemos señalar que en la pregunta número uno, que es de conocimiento, hay una fuerte proporción de respuestas incorrectas, pero que no obedece a que los alumnos no conozcan qué es la respiración, sino más bien a errores de integración del conocimiento, por ejemplo ellos responden<sup>37</sup>:

- ...es un proceso para obtener nutrientes para vivir, así como ATP... (Cipriana)
- ...los seres vivos obtienen energía transformando el  $CO_2$ ... (María)
- ...los organismos obtienen  $CO_2$  o  $O_2$  según sea planta o animal para las reacciones químicas en el organismo y obtener energía... (Lupe)

Estas respuestas presentan información confusa, e interpretada de manera equivocada, pero que muestran que en el alumno hubo un desplazamiento de desplazamiento, aunque no correcto, entre el preconceito y el concepto nuevo, es decir hay aprendizaje, aunque éste no sea el correcto.

En otro caso el 87% mantiene el concepto de que los vegetales respiran a través de la fotosíntesis y con ello la implicación de que son los cloroplastos los organelos que realizan el proceso metabólico de la respiración. Lo anterior proviene de las respuestas a las preguntas 10 y 11 del cuestionario, donde en la primera lo ponen por escrito, mientras que en la segunda lo expresan de manera gráfica.

Otro apunte interesante con respecto de la pregunta número 11 -donde se le pide al alumno un esquema de la célula y las partes de ella que intervienen en la respiración y donde se espera una respuesta de comprensión-, los alumnos únicamente dibujaban y señalaban a las mitocondrias y muy pocos señalaban al citoplasma. Recordando lo que se dijo en la investigación de los libros de texto a nivel de secundaria, donde en ellos se hace énfasis en la mitocondria, se nota que este aprendizaje en los alumnos se volvió significativo. Por otro lado, también pude darme cuenta que al exponer el tema, el profesor del grupo B hacía énfasis en este organelo como parte fundamental en el proceso de la respiración celular.

Es curioso ver que les queda claro que hay dos vías de respiración: aeróbica y anaeróbica, y que de hecho saben que la anaeróbica se lleva a cabo en el citoplasma, pero varios no comprendieron, que sin las mitocondrias, también se puede respirar (como es el caso de las células anaerobias), y mantienen la concepción, de que las mitocondrias son esenciales en todo tipo de células. Lo que constituye un rasgo de ideas previas, su carácter inconexo y a veces

---

<sup>37</sup> Transcripción de las respuestas hechas en el cuestionario, 5 de diciembre de 2006

contradictorio: un mismo alumno puede explicar el mismo fenómeno desde varios puntos de vista inconsistentes entre sí (Pozo y Carretero, 1987).

La mayoría de los alumnos no sabe identificar a nivel celular, dónde se llevan a cabo las diferentes reacciones químicas de la respiración. Creo que esto obedece, a que la mayoría son incapaces de descomponer un todo en sus partes y asimilan cosas de manera memorística. Lo anterior, se ve reflejado en que la mayoría (87%), dibuja una célula con varios de los organelos que recuerdan (aunque sólo se les pidió que dibujaran los relacionados al proceso de la respiración), pero no indican, en cuales de ellos se llevan a cabo los procesos metabólicos solicitados.

Considero importante, que en la próxima versión del multimedia, se indique de manera particular en un esquema que represente a diferentes tipos de células en qué lugares de ésta se lleva a cabo la respiración, sin poner ninguna otra estructura celular, y que además se puedan desarticular cada una de ellas y no estén fijas como en las imágenes de esta ocasión. Esto indica que los profesores no enseñamos a los alumnos a desglosar la información para que se comprenda, es decir, la mayoría damos la información en paquetes y no atendemos si el alumno ha sido capaz de entender lo que quisimos transmitir. Por otro lado, en todos los esquemas revisados en los libros, aunque se indiquen de diversas maneras los organelos involucrados en la respiración, aparecen los demás acompañando la figura.

Un detalle interesante es que los alumnos reflejan el uso del CD, ya que algunos ponían esquemas como los que se incluyeron el interactivo, lo cual puede interpretarse como memoria visual o como aprendizaje motivacional.

#### **3.3.3.4.4 Análisis del aprendizaje de acuerdo al tipo de pregunta**

En este apartado se analizarán de acuerdo al dominio cognitivo de la taxonomía de Bloom, los aprendizajes que los alumnos tuvieron, en relación al nivel que se hicieron las preguntas, para establecer su pensamiento crítico. Es importante señalar que, para este análisis, se hizo una revisión meticulosa de cada una de las respuestas de los alumnos, y para simplificar la presentación de este trabajo se presentan de manera gráfica los análisis realizados para conocer si hubo o no un aprendizaje en cada uno de los niveles definidos con anterioridad.

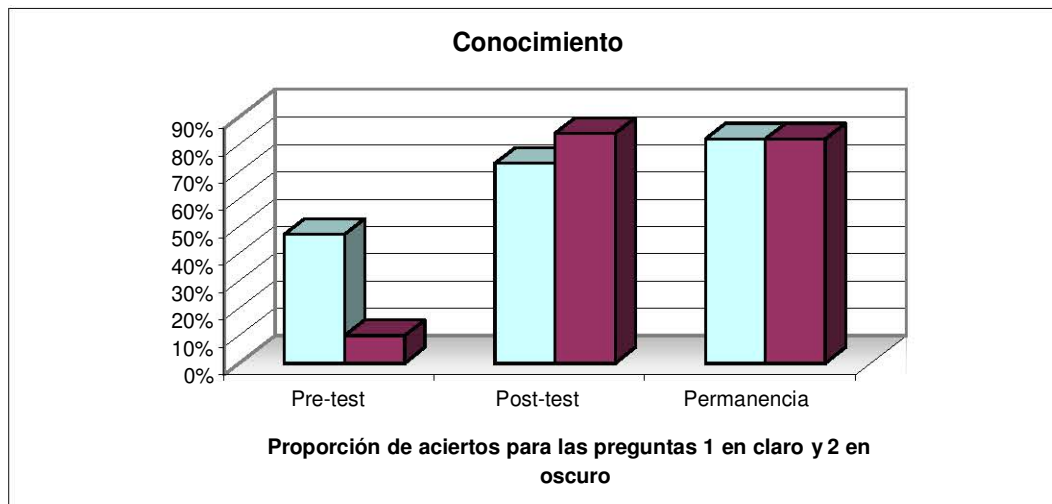
##### **3.3.3.4.4.1 Conocimiento**

Consiste en el primer nivel y se refiere a aquellos hechos que el alumno debe memorizar o conceptos aprendidos con anterioridad.

En la Gráfica 4 observamos que para este nivel se formularon las preguntas 1) ¿Qué es la respiración?, y la 2) ¿Para que respiran los seres vivos?

#### **Gráfica No. 4**





El 47% de los alumnos tenían una buena noción de lo que la respiración en términos generales es, pero, el para qué, no les quedaba muy claro. Al final del curso, cuando se les aplicó el cuestionario de permanencia, el 82% de los alumnos aumentaron su conocimiento en relación a lo que la respiración es, y el para qué sirve a los seres vivos. En la Gráfica 4, se muestra un aumento del 72% en el conocimiento, pero éste no sólo es cuantitativo sino también cualitativo. Lo anterior se puede afirmar, porque los alumnos supieron que la respiración es un proceso que ocurre a nivel celular y como parte del metabolismo de los seres vivos. De acuerdo al análisis realizado a las respuestas de los cuestionarios, la mayoría de los estudiantes lograron cambiar su preconcepción de respiración como intercambio gaseoso, por el mencionado metabólico.

Se observa en los cuestionarios –sobre todo en los de postest y de permanencia- que la mayoría de los alumnos pueden describir fácilmente qué es la respiración; identifican el nivel biológico en que se realiza; saben para qué respiran los seres vivos. Por lo que puedo afirmar que los alumnos alcanzaron, sin mayores complicaciones, el primer nivel de Bloom.

#### **3.3.3.4.2 Comprensión**

Para este segundo nivel se emplearon tres preguntas siguientes:

7. ¿La respiración celular nos permite establecer relaciones evolutivas en los organismos?, ¿Por qué?

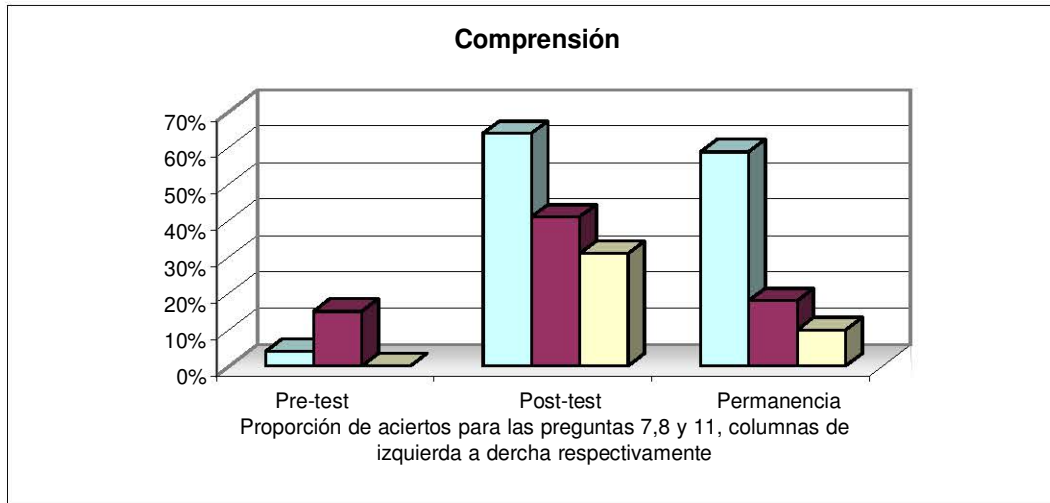
8. ¿Podría una célula vivir sin mitocondrias?, ¿Por qué?

11. Elabora un esquema de una célula y di qué partes de ella participan en la respiración.

Como se puede apreciar en la Gráfica 5, el aprendizaje en este nivel fue en general, un poco más complejo. Tal vez esto se deba, a que para estos conocimientos, los alumnos, no tenían uno previo en donde anclarlo o con qué relacionarlo, especialmente en la pregunta 7, que hace referencia a conceptos evolutivos. En lo que respecta a la pregunta 8, los estudiantes en un 82% de los

casos se olvidaron de las células procariontes y únicamente pensaban en función de las eucariontes, lo cual no resulta extraño por dos razones: la primera el alumno se siente identificado con las células eucariontes, ya que es el dominio biológico al que pertenecemos los humanos, y la segunda, es que el mismo curso, en su programa, da más peso a las células eucariontes, por lo que así se expuso en el disco multimedia en su contenido. Sería conveniente en una próxima edición del disco modificar esta sección, aunque no se ajustaría propiamente al programa.

**Gráfica No.5**



Ya se había señalado anteriormente que los alumnos no son capaces de descomponer un todo en sus partes, porque de alguna manera los profesores así los hemos enseñado, logramos en ellos, una especie de mecanización, en la que los alumnos aprenden de memoria ciertos conceptos, y esto, se ve reflejado en las respuestas que ellos dan al reactivo 11, pues muchos de ellos dibujan células con todos su organelos. Si observamos un dibujo del cuestionario diagnóstico de cualquier alumno, y lo comparamos con los dibujos de sus dos cuestionarios posteriores, se puede observar que la representación es la misma, es decir, no hay cambios en el esquema. Lo que nos señala tres aspectos: 1) una falta de atención al trabajo que están realizando o 2) una aplicación memorística a la respuesta o 3) que el disco interactivo no lo promueve, son muy pocos los alumnos que lograron cambiar esta situación.

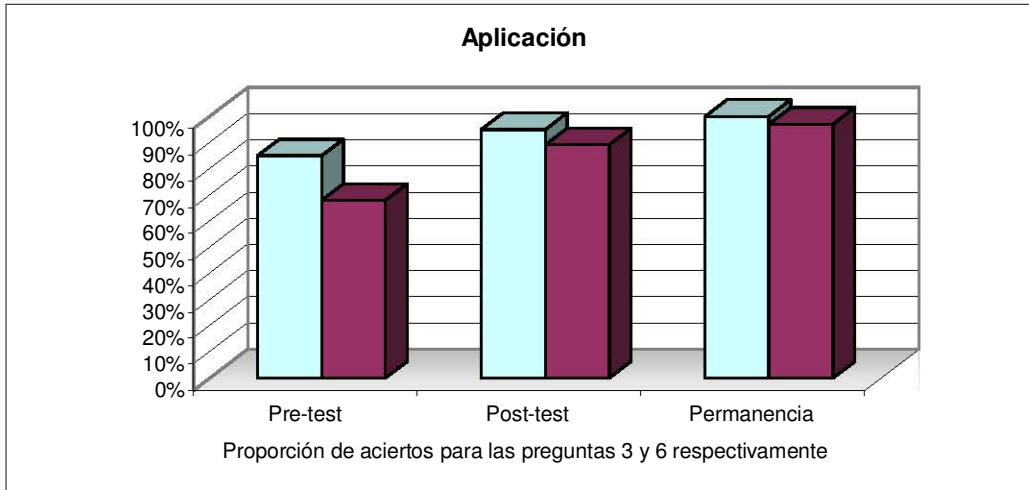
A pesar de que las preguntas del cuestionario, referentes a investigar el nivel de comprensión, son de diversos tópicos temáticos de la respiración, de acuerdo a los resultados obtenidos en los cuestionarios y a las observaciones realizadas en ambiente del aula, puedo señalar que un número considerable de estudiantes, el 46%, logró alcanzar el nivel de comprensión.

#### **3.3.3.4.3 Aplicación**

Este nivel, el tercero en la escala, muestra que los alumnos son más hábiles en aprender un conocimiento cuando lo relacionan con los principios enseñados. Las

preguntas referentes a esta categoría son la 3 ¿Todos los seres vivos respiran? Y la 6 ¿A qué nivel se lleva a cabo la respiración?

**Gráfica No. 6**

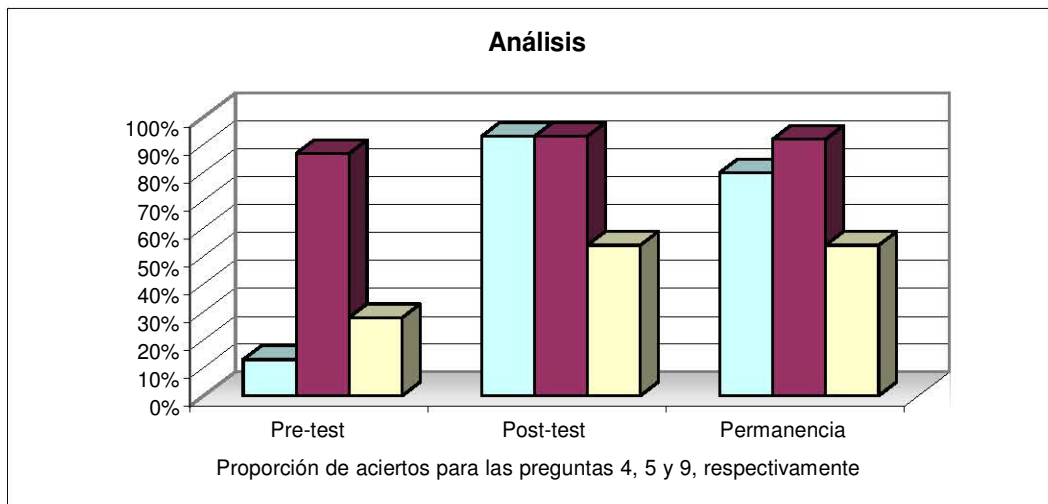


En estas respuestas los alumnos intuían, dado que ellos son seres vivos, que todos deben respirar, aunque ahora ya saben que existen diferentes vías para hacerlo, el cambio en esta respuesta fue más cualitativo que cuantitativo, pero muy importante es que sí hay un cambio en el nivel de conocimiento. Ahora, 78% de los alumnos, ya saben que la respiración es un proceso metabólico necesario para la continuidad de la vida en este planeta.

#### **3.3.3.4.4 Análisis**

Las preguntas que se realizaron para conocer este cuarto nivel fueron: 4) ¿Qué importancia tiene la respiración en los seres vivos?; 5) ¿Se puede vivir sin respirar? y 9) ¿Es necesario el oxígeno para que se lleve a cabo la respiración celular?

**Gráfica No. 7**

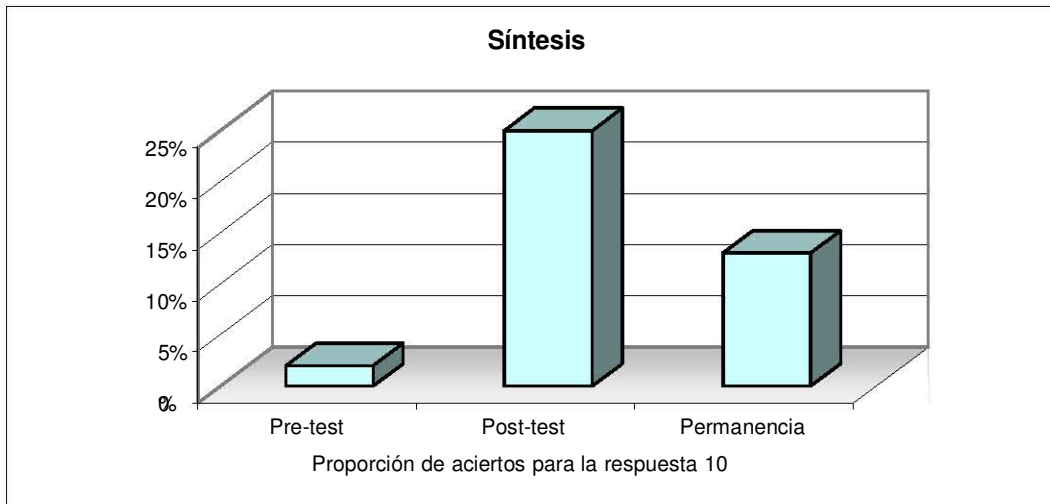


Nuevamente los alumnos mostraron una mayor dificultad al contestar la nueve, debido a que 36% tiene un fuerte preconcepción en relación a la necesidad del oxígeno para respirar por parte de los organismos. De hecho ésta es una de las ideas previas que fue más difícil de erradicar y que como muestra la Gráfica 7 apenas y se logró que un poco más de la mitad de los alumnos la reestructurara, lo que se considerará también para la siguiente edición del programa interactivo. Las otras dos respuestas no presentaron grandes dificultades para 72% de los alumnos, en especial la pregunta cinco, ya que los estudiantes proyectan su necesidad de respirar como algo necesario para las demás especies del planeta.

#### **3.3.3.4.5 Síntesis**

La última categoría que se consideró para este análisis fue la de síntesis, que corresponde con el quinto nivel de la taxonomía de Bloom. Aquí es donde se comprueba si el alumno es capaz de integrar todo el nuevo conocimiento referente al tema de la respiración y los resultados nos muestran que en la única pregunta que se realizó al respecto, la 10) Si las plantas no tienen pulmones, entonces, ¿Cómo respiran?, sólo cerca del 10% alcanzaron este nivel.

**Gráfica No. 8**



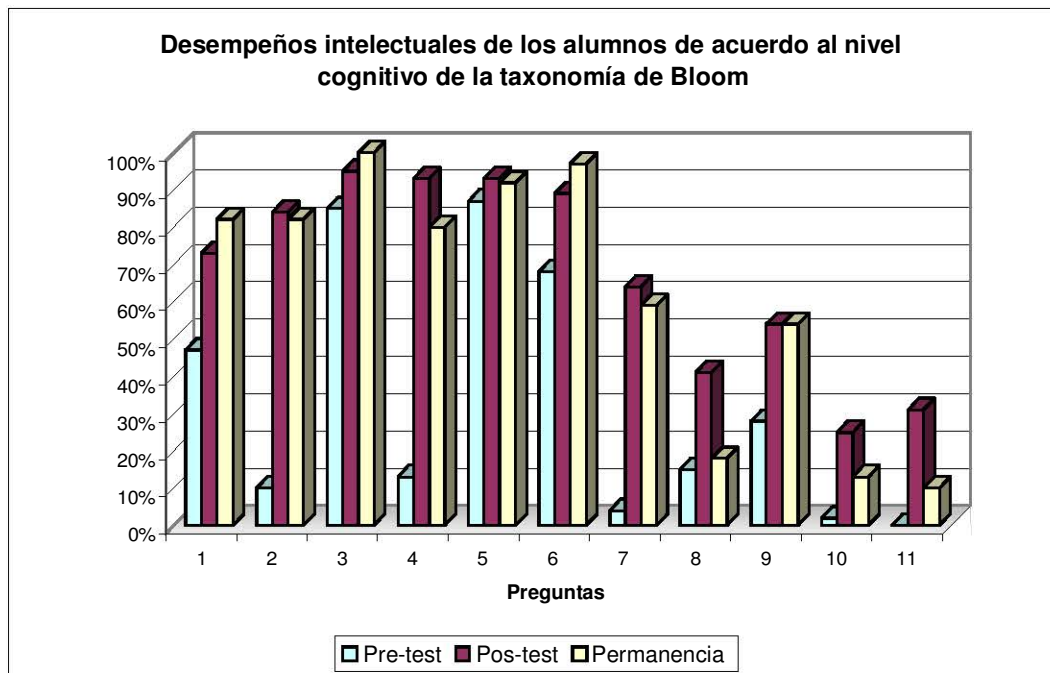
En la Gráfica 8 se indica que inmediatamente después del uso del multimedia, casi 22% de los jóvenes pueden llegar a este nivel cognitivo, sin embargo con el paso del tiempo son muy pocos los que lo alcanzan verdaderamente, ya que si se llega al nivel de síntesis, es muy difícil que haya olvido. Lo importante de esta situación es que, aunque pocos alumnos llegaron a este nivel con ayuda del disco interactivo, debemos de ser capaces de mejorar esta situación para que más estudiantes logren alcanzar esta categoría.

### 3.3.4 Consideraciones finales

Si observamos las Gráficas de la 4 a la 8 o la Gráfica 9, podemos observar que en todos los niveles cognitivos hay un crecimiento en cuanto a conocimientos aprendidos por parte de los alumnos, en ningún caso existe una disminución si comparamos desde el pretest hasta la permanencia.

### Gráfica No. 9

Se muestra la proporción de respuestas correctas durante las tres etapas del segundo ciclo de investigación. Se observa desde qué nivel parten los alumnos, el que alcanzan poco después del uso del disco interactivo y el aprendizaje significativo que se alcanza después de un periodo en el que el alumno sedimenta la información y asocia sus conocimientos con otros que se hayan dado en el semestre.



Por otro lado observamos en las barras correspondientes al postest, que el uso del disco multimedia, favorece a los alumnos en el aprendizaje a corto plazo. En esta etapa de la investigación los alumnos tienen presente más conceptos que en la última columna, pero esta misma es la que refleja el aprendizaje significativo en los estudiantes. En un caso particular, Raquel no estuvo presente el día en que se les permitió el uso del programa en el Colegio y se les otorgó el disco interactivo, por alguna razón la joven jamás obtuvo el disco y en la aplicación del cuestionario de permanencia salió muy baja. Cabe aclarar, que la estudiante mencionada, sí asistió al resto de las clases en las que su profesor revisó el tema de Respiración, por lo que se puede argumentar la importancia que tuvo el disco como promotor de aprendizaje en los demás alumnos (98%).

De acuerdo a la forma en la que respondieron a las preguntas, se puede establecer que 11% de los alumnos alcanzaron un nivel taxonómico diferente y sobresalieron del resto, en algunos (12%), fue el análisis y en otros (11%) el de aplicación. Esta diferencia entre los niveles de conocimiento alcanzado por los alumnos se puede considerar normal, ya que en todo grupo el aprendizaje nunca es igual y siempre hay estudiantes que destacan por encima de los demás.

No obstante, permanecen en los alumnos (aunque no en todos, ni siquiera en la mayoría) varios preconceptos y errores de comprensión del tema que es necesario puntualizar con el afán de que sean corregidos en el contenido de la próxima versión del multimedia y a continuación se señalan.

A través del análisis detallado de los tres cuestionarios aplicados a los estudiantes de bachillerato, se pudo inferir qué alumnos lo usaron de forma frecuente y quienes sólo lo abrieron una vez o de plano no les interesó, ya que cuando sí lo usaron, las respuestas fueron parecidas a lo que se dice en el disco, aunque con sus propias palabras (lo que elimina la probabilidad de memorismo),

mientras que en el otro caso sus respuestas erróneas son muy semejantes entre el primer cuestionario y el tercero.

Podríamos concluir en este punto lo interesante y referente es que la 62.5% de los alumnos aprovecharon el recurso del disco interactivo planteado como estrategia de aprendizaje, ya que les facilitó la comprensión y la asimilación de los conocimientos básicos sobre el tema de la respiración y los llevó a alcanzar un buen nivel en el dominio cognitivo de la escala de Bloom.

## Capítulo IV

### 4. CONCLUSIONES

Al llegar al final de este trabajo he decidido expresar mis conclusiones en dos vertientes generales, las primeras hacen referencia directamente a los resultados obtenidos del trabajo de investigación, mientras que las segundas hacen referencia a todo lo que el trabajo, como parte de mi formación magisterial, se ha constituido en aprendizajes significativos en mi formación profesional.

#### 4.1 Conclusiones del trabajo

Los programas de asignatura son el instrumento decisivo para dar coherencia al resultado educativo que la institución persigue, por lo que los objetivos que cualquier programa presente deben resolver básicamente dos tipos de problemas: los de estructura general y los didácticos.

Para apoyar en la solución de éstos últimos es que se utilizan los recursos como el programa multimedia empleado en esta investigación. Aún cuando queda mucho por reflexionar acerca del uso y apropiación de las nuevas tecnologías multimedia en los procesos de aprendizaje, es necesario reconocer que resultan un recurso interesante para los alumnos y un magnífico material de apoyo para los profesores.

Los estudiantes que atendemos en el CCH en la actualidad, son jóvenes que crecieron con la tecnología como parte de su modo de vida. Son jóvenes que se desarrollan jugando videos en las máquinas de alquiler o programas de computadoras en las consolas del Play Station, Nintendo o Xbox. Son adolescentes que se han desarrollado a la par de las computadoras y que su ambiente les es familiar, por lo que la escuela debe incorporar estos materiales paulatinamente a sus estrategias de enseñanza y no verlos como competidores.

Philip Rice (2000) señala, refiriéndose al uso de una computadora en las escuelas por casi 60% de los estudiantes estadounidenses, que los rápidos cambios tecnológicos son tan grandes que pueden ser considerados una revolución:

...que el diccionario define como un cambio radical y profundo en la sociedad y en la estructura social.

Además agrega:

De todos estos cambios ninguno ha tenido un efecto tan profundo como la introducción de las computadoras.

La investigación-acción aplicada a la educación de manera general ofrece contribuciones prácticas para el desarrollo de la formación de nuevos profesionales en la escuela. Este modelo de investigación ha tenido una gran apertura en diferentes partes del mundo para ayudar a los profesores,



principalmente, a ser más eficaces porque les permite manejar un proceso de autoperfeccionamiento.

Fue interesante observar que el planteamiento de esta investigación llevado al aula ha ayudado a fundamentar el desplazamiento de la exposición como método dominante para el desarrollo de las clases. Concluyo que el profesor es fundamental en el proceso de enseñanza aprendizaje; es clave para instrumentar los programas de clase y lo es también para explicar los contenidos del mismo, pero también se concluye que debe ser más versátil en sus estrategias de enseñanza y que debe empezar a poseer habilidades para desarrollar programas computacionales que apoyen sus clases o por lo menos acercarse a los ya hechos, en resumen apoyarse en las nuevas tecnologías. Es necesario, por lo tanto, cambiar las estrategias educativas para hacerlas acordes a los nuevos lenguajes tecnológicos de los alumnos.

Un material didáctico, por muy bueno que sea, no sirve de nada en manos de un mal docente, ya que de acuerdo con lo que Sacristán (2002) dice:

Es el profesor, quien en base a su experiencia el que se encarga de instrumentar el contenido y lo articula con el material didáctico.

Todo ello conllevará a una mejor educación supervisada a través de una evaluación continua, ya que se puede analizar el posible cambio en el alumno ante la información que se le esté brindando.

En cuanto al programa de Biología III del PEA, se observa que los objetivos relacionados a la formación del estudiante permanecen en equilibrio con los de información, lo que genera que los alumnos puedan acceder a la cultura básica sin descuidar el aprendizaje significativo que su experiencia pudiera darles, ante actitudes como interpretar, relacionar y analizar, para posteriormente aportar a través del desarrollo de actividades, habilidades que pueden adquirir en un disco multimedia interactivo. Es importante a nivel bachillerato, dar más responsabilidad a los alumnos en cuanto a las actividades.

Creo pertinente, por otro lado, que la bibliografía de un curso, ya no debe estar limitada a la información escrita, sino que debe estar complementada por una serie de instrumentos que permiten a los alumnos de hoy en día aprender, me refiero en general a videos o material fílmico; a material para computadoras, de los cuales el Colegio y en particular el plantel Naucalpan, ha buscado acrecentar de manera sistemática a lo largo de su explosión comercial y a la información obtenida a través de la red. Sin embargo este material no puede ser revisado por el alumno en forma particular, es decir, la manera como se deben emplear estos recursos es dentro de las actividades de enseñanza en el aula. Considero que es importante que se pudiera llegar a un sistema de préstamo de material de esta índole para que el estudiante al igual que se lleva un libro a casa para hacer una tarea o prepararse para un examen pueda realizar la misma acción con el material mencionado. Por lo que en la bibliografía de un programa debe estar mencionado el material fílmico o electrónico que apoye los contenidos de una asignatura.

Concluyo también que es importante, antes de enseñar un tema, conocer cuáles son los preconceptos de los estudiantes y hacer énfasis sobre ellos cuando se esté desarrollando el tema. El aprendizaje según Ausubel (1989), implica una

reestructuración activa de las percepciones, ideas, conceptos y esquemas que el aprendiz posee en su estructura cognitiva. Una enseñanza que no tiene en cuenta las ideas previas de los alumnos no logra eliminarlas o enriquecerlas.

Por último, en el CD se pueden observar los siguientes puntos a mejorar:

1. Hay que dejar muy clara la diferencia entre la respiración como oxidación de los alimentos y la degradación de éstos como un aspecto digestivo, para que no se confundan ambos procesos.
2. Es importante hacer un poco más amigable el CD para que los alumnos tengan más interés en su uso, ya que algunos reportaban que había exceso de texto.
3. Una falla importante es que el CD no pudo ser abierto por algunos de los alumnos en sus casas. Hay varios factores de configuración por los que esto pudo suceder: la memoria insuficiente de la máquina, un error en el quemado del disco, un procesador incompatible, una versión de windows incompatible, etc.

Dado que los resultados obtenidos en este trabajo de investigación fueron satisfactorios y alentadores en función de los objetivos planteados, es mi interés difundir este producto a la comunidad académica para que se adjunte como una más de las formas de poner en marcha el programa de Biología III, al proceso de reflexión, debate y consenso académico con el que continuaremos nuestra construcción como docentes para formar mejores alumnos.

En síntesis:

1. Es importante incorporar las nuevas tecnologías multimedia al campo educativo.
2. El material multimedia es interesante para los alumnos y es un buen apoyo didáctico para los profesores.
3. La investigación ofrece contribuciones prácticas en la solución de problemas escolares.
4. Los profesores son insustituibles y fundamentales en el proceso de enseñanza aprendizaje, pero deben ser muy versátiles en sus estrategias de enseñanza.
5. Un buen material didáctico, sin el adecuado manejo del profesor, o especificaciones para su uso, no sirve de nada.
6. Es importante antes de enseñar un tema, conocer los preconceptos de los alumnos para poder erradicarlos.
7. Como el nivel de aprendizaje de los alumnos en la investigación fue satisfactorio, deseo difundir el multimedia con la comunidad del CCH.

#### **4.2 Conclusiones integrales**

El proceso general seguido en este trabajo buscó en primer nivel, comprender el papel del docente en el proceso de preparación de una temática, tomando en cuenta desde el dominio del contenido hasta la pertinencia de las estrategias didácticas y metodológicas a emplearse en clase. En un segundo nivel, se emprendió un trabajo interpretativo del proceso de aprendizaje en los alumnos, donde las categorías de significado fueron el resultado de un proceso de articulación entre dos sustratos, uno de tipo conceptual constituido a través de las lecturas teóricas y discusiones realizadas durante las sesiones de clase en las que intervine con los grupos de trabajo y otro empírico, conformado por la agrupación

de significados adquiridos por uno mismo, a lo largo del trabajo de investigación y aplicación del proyecto de tesis (y también a lo largo de la sedimentación de conocimientos adquiridos durante el desarrollo de la MADEMS).

Las enseñanzas en el postgrado han sido bastantes y este informe me ha dado el espacio para integrarlas de manera significativa. Sin embargo, lo más importante de todo, es que el planteamiento de esta tesis ha sido de gran valor para encontrar un cambio profundo en mi desempeño universitario, y con esto me refiero a que hasta ahora comprendo lo que significa la profesionalidad en la enseñanza. A continuación profundizo en esta reflexión.

Los profesores debemos crecer desarrollarnos y progresar en conjunto con otros actores de la institución educativa, como nuestros alumnos y profesores asesores. Esa es la meta continua que nos debemos trazar, pero sobre todo tener la disposición a ser corregidos en nuestros desaciertos. Lo anterior es, no sólo para cumplir cabalmente con las reglas administrativas, sino también para convertirnos en verdaderos profesionales, preparados y actualizados, que nos identifiquemos con nuestro trabajo y por ende que asumamos nuestro rol docente con capacidad y compromiso.

Al sumergirme en el campo de la investigación cualitativa, he comprendido que un profesor debe no sólo ser el medio de reproducción de la cultura, debe además preocuparse por la forma en que aprenden sus alumnos, por sus intereses y necesidades, además de orientarlos ante los cambios culturales a los que están expuestos y en los que están inmersos. Y éste ha sido el propósito orientador del presente trabajo de tesis. Evidentemente no se trata de una mirada romántica y vocacional entendida sólo como dedicación al trabajo del aula, sino del compromiso, el trabajo intelectual y la profesionalidad que trascienden la mera práctica educativa, se trata de la autonomía profesional, entendida como la libertad para actuar, tomar decisiones y resolver problemas que están dentro de mi competencia como profesor, en un clima de participación escolar. El desempeño docente debe constituirse por una infinidad de relaciones entre los agentes educativos, cada uno de los cuales posee un significado parcial, que es integrado sinérgicamente por el patrón que les da sentido. Se espera que el profesor manifieste coherencia total entre la teoría que lo orienta y la práctica que realiza.

Con toda la preparación en la MADEMS, he resignificado el concepto de docente, para mí ahora es una meta, algo que quiero ser, en otras palabras se ha convertido en algo instituyente y ha dejado de ser algo instituido. Este cambio de significancia pasa de un “deber ser” a un “querer ser”. La docencia es algo que se aprende y es construida con la práctica. La docencia no es poseer un buen currículum solamente, implica poseer un contenido (el biológico); el ejercicio de un rol curricular; poseer ciertas funciones; tener un compromiso social y ético; es una obligación y un derecho y todo ello por el simple hecho de querer serlo, no de estar obligado a serlo. Es la manera de rescatar lo bueno de mi ejercicio y la manera en que se me puede ayudar, es ponderar mis principios, valores, mi ethos y reestructurar mis desaciertos.

Nuevamente considero que la elaboración de este trabajo ha sido el principio, y ahora continuación, para mejorar mi labor docente y enfatizo que no es algo sencillo, ya que el mito (de creer que toda labor como docente es buena) se mantiene latente, pero ahora sé que voy en el camino de corregirla.

Me queda claro con los resultados obtenidos en este trabajo, que no hay una fórmula mágica para ser un buen docente, para lograrlo hay que conocer nuestra biografía, nuestra historia de vida y nuestra trayectoria, es encontrar las raíces de por qué me gusta la docencia, los motivos que me condujeron hasta este camino.

En este punto ha llegado el momento de cerrar la etapa de la vigilancia académica de mis actividades como docente, pero no así de finalizar mi análisis, ya que una de las cosas que he descubierto es que mi crecimiento como docente me lo dará el estudio y el examen que de mis actividades docentes haga cotidianamente. Es decir, se acaba la etapa de supervisión, más no así la de mejora, porque ésta debe ser constante y permanente. Se sabe que una parte primordial de este sumario es la evaluación, un proceso de regulación de uno sobre otro, donde se aprende la forma de autocorrección de errores y es bajo esta instancia sobre lo que me desempeñaré en el futuro.

### 4.3 BIBLIOGRAFÍA

- **ALBERTS**, B., D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts y J. D. Watson. (2002). Biología molecular de la célula. Tercera edición. Ediciones Omega. España, 43-143.
- **AUDESIRK**, T., G. Audesirk, y B.E. Byers. (2003). Biología. La vida en la Tierra. Sexta edición. Editorial Pearson Educación. México. 980 pp.
- **AUSUBEL**, D. P., J.D. Novak y H. Hanesian (1989). Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo, 2ª edición, Trillas, México. 623 pp.
- **APARICI**, M, R. y A. García Matilla. (1993). Lectura de imágenes. Ediciones de la Torre. Madrid, España. 123 pp.
- **BARTOLOMÉ**, A. R. (1994). Sistemas Multimedia. En Sancho, J. (coord.) Para una Tecnología Educativa. Horsori. Barcelona, 193-219.
- **BAZALGETTE**, C. (1991). Los Medios audiovisuales en la educación primaria. Ministerio de Educación y Ciencia. Morata. Madrid, España. 150 pp.
- **BERGER**, P. y T. Luckmann. (2005). La construcción social de la realidad. 19ª edición. Amorrortu. España. 233 pp.
- **BERNAL**, S., A. (1973). Didáctica de las Ciencias Experimentales. Centro de Didáctica de la UNAM. ANUIES. 129 pp.
- **BISQUERRA**, R. (1996). Métodos de investigación educativa. Guía práctica. Ediciones CEAC. Barcelona, 279-293.
- **BLOOM**, B. S. (1973). Taxonomía de los objetivos de la educación. La clasificación de las metas educacionales. 3ª edición. Editorial El Ateneo. Buenos Aires. 364 pp.
- **BORDIEU**, P. (2003). Capital cultural, escuela y espacio social. 3ª edición. Editorial Siglo XXI. Argentina. 206 pp.
- **BLUM**, B. (1995). Interactive Media: Essentials for Success. Editorial Ziff-Davis Publishing. Emeryville California. 256 pp.
- **CAMPANARIO**, J. M. (1998). Metacognición y aprendizaje de las ciencias: Estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. Ed. Tarbiya, España, 69-84.

- **CASTILLO T.**, J. L. Investigación- Acción. (s.e.). Consultado en: <http://www.monografias.com/trabajos15/investigacion-accion/investigacion-accion.shtml>
- **CASTAÑÓN**, R. y R. M. Seco. (2000). Educación Media Superior “Una invitación a la reflexión”. Editorial Limusa, Noriega editores. México, 74-82.
- **CCH**. Área de Ciencias Experimentales. (2004). Programas de Estudio para las asignaturas: Biología III y IV. UNAM. 19 pp.
- **CENTRO** Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. (1991). Memorias del seminario Educación en América Latina Desafíos y Perspectivas de la Investigación en la Década de los Noventa. Editado por la Red Latinoamericana de Educación y Trabajo con apoyo de la Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe de la UNESCO, 7-75.
- **CHARLES**, M. y G. Orozco. (1992). Educación para los medios. Una propuesta integral para maestros, padres y niños. ILCE-UNESCO. México. Consultado en: <http://investigacion.ilce.edu.mx/st.asp?id=458>
- **CHEHAYBAR**, K. E. (1989). Técnicas para el aprendizaje grupal (Grupos numerosos). Segunda edición. UNAM- Plaza y Valdés editores. México. 163 pp.
- **CHOMSKY**, N., J. G. García-Albea y A. Domench M. (2002). Los límites de la globalización. Editorial Ariel. Barcelona, 27-69
- Compilación de Artículos de Documenta I. (1993). Programa de Fortalecimiento de la Planta Docente. UNAM. (s.e.).
- **CONSEJO** Académico del Bachillerato. (1997). Núcleo de conocimientos y formación básicos que debe proporcionar el bachillerato de la UNAM. México. UNAM. Consultado en: <http://www.cab.unam.mx/Documentos/NCFB/REV%20NOV%202005%20ESENCAIALES/PDF/presenncfb.pdf>
- Coordinación del Colegio de Ciencias y Humanidades. Secretaria de Planeación. (1996). Plan de Estudios Actualizado. UNAM. Dirección general del Colegio de Ciencias y Humanidades. C.U. México. 145 pp.
- **CONTRERAS**, D. J. (1994). Enseñanza, currículum y profesorado. Editorial Akal. Madrid, 13-48.
- **CONTRERAS**, O. y A. E. del Bosque F. (2004). Aprender con estrategia. Desarrollando mis inteligencias múltiples. Editorial Pax. México. 126 pp.
- **CORNELLA**, A. (1997). Aplicaciones multimedia en la educación y formación. ESADE Barcelona. Septiembre. Consultado en: <http://www.net-artes.net/tempfiles/2002112263326.pdf>
- **CORRALES**, C. (1993), Usos y Aplicaciones de la Computadora en la Comunicación e Informática. (El Caso del Area Metropolitana de Guadalajara), informe de investigación, ITESO/DCHH/Cómputo Educativo, 15-16.
- **CURTIS**, H. et. al. (2000). Biología. Sexta edición. Editorial Médica Panamericana. España. 1496 pp.
- **ELAM**, S. M. (1973). La educación y la estructura del conocimiento: Investigaciones sobre el proceso de aprendizaje y la naturaleza de las disciplinas que integran el currículum. Editorial El Ateneo. Buenos Aires. 271 pp.

- **ELLIOT**, J. (2000). La investigación-acción en educación. 3ª edición. Ediciones Morata. Madrid. 336 pp.
- **ERIKSON**, E. (1972). Sociedad y adolescencia. (18ª ed.; 1ª Ed. en español). México: Siglo XXI. 179 pp.
- **FANCELLO**, O. (1990). El camino de la Ciencia. Editorial Grijalbo. México. 228 pp.
- **FEIXA**, C. (1999) De jóvenes, bandas y tribus. Editorial Ariel S.A. Barcelona. 287 pp.
- **FERNÁNDEZ**, M. S. y J. O. Ibarra (1998). Científicos 2. México. Grupo editorial Norma Educativa, 114-119.
- **FISKE**, J. (1984). Introducción al estudio de la comunicación. Grupo Editorial Norma. Bogotá, Colombia. 146 pp.
- **FURLÁN**, A. (1989). Aportaciones a la didáctica a nivel superior. FES Iztacala. UNAM. México, 54-75
- **GARCÍA**, Cortés, F. (1999). Aprendizaje y evaluación de contenidos escolares. Editorial Santilla. México. 40 pp.
- **GARCÍA**, Z., A.M. (2006). Estudio llevado a cabo sobre representaciones de la respiración celular en los alumnos de bachillerato y cou. en: Primer taller de actualización sobre los programas de estudio 2006 "Ciencias". SEP. México, 79-84.
- **GAGNÉ**, R.M. y J. I. Briggs. (1978). La planificación de la enseñanza. Sus principios. Editorial Trillas. México, 65-94.
- **GONZÁLEZ-PINEDA** J. A., R. González C., J.C. Núñez P. y A. Valle A. (2002). Manual de Psicología de la Educación. Ediciones Pirámide. Madrid. 314 pp.
- **GUTIÉRREZ MARTÍN**, A. (1997): Educación Multimedia y Nuevas Tecnologías. Ediciones de la Torre. Madrid. 288 pp.
- **HARGREAVES**, A. (2005). Profesorado, cultura y postmodernidad. 5ª edición. Ediciones Morata. Madrid. 304 pp.
- **ICyT**. No.140. Vol. 10. Mayo de 1988. México. CONACULTA.
- **JAMSA**, K. (1993), La Magia de Multimedia para Windows 3.1. McGraw-Hill Interamericana. 390 pp.
- **JUÁREZ**, L., M. y Waldegg, G. (2003). ¿Qué tan adecuados son los dispositivos Web para el aprendizaje colaborativo? En: Revista Electrónica de Investigación y Educativa, 5 (2). Consultado en: <http://redie.uabc.mx/vol5no2/contenido-juarez.html>.
- **KEMMIS**, S. y R. McTaggart. (1998). The action research planner. 3ª edición. Deakin University. Australia, 27-39.
- **KUHN**, S. T. (1986). Las estructuras de las revoluciones científicas. Fondo de Cultura Económica. México. 319 pp.
- **LAZAR**, J. (2004). La ciencia de la comunicación. Editorial publicaciones Cruz O. México, 10.
- **LEHNINGER**, A. et. al. (1982). Bioenergética. Segunda edición. Fondo Educativo Interamericano. México. 242 pp.
- **LEHNINGER**, A., D. L. Nelson, y M. M. Cox. (1995). Principios de Bioquímica. Segunda edición. Ediciones Omega S.A. Barcelona, 359-787.

- **LUETICH**, A. A. (2003). Teoría del conocimiento. (s.e.). Consultado en: <http://www.luenticus.org/articulos/03U012/index.html>
- **LLOBERA**, J. R. (1988). La antropología como ciencia. Editorial Anagrama. Barcelona. 352 pp.
- **McKERNAN**, J. (1999). Investigación-acción y currículum. Ediciones Morata. Madrid. 311 pp.
- **McLUHAN**, M. y E. Carpenter. (1981). Aula sin muros. Editorial Laia. Barcelona. 400 pp.
- **MARTÍNEZ S.**, C. (1992). Introducción al trabajo cualitativo de investigación. Departamento de atención a la salud UAM Xochimilco. México, 33-55.
- **MARTÍNEZ S.**, F. (1996): La enseñanza ante los nuevos canales de comunicación. En Tejedor, F.J. y García-Valcárcel, A. (EDS). Narcea. Madrid.
- **MARTÍNEZ**, R. D., Montero, Y. H. y Pedrosa, M. E. (2001). La computadora y las actividades del aula: Algunas perspectivas en la educación general básica de la provincia de Buenos Aires. En: Revista Electrónica de Investigación Educativa, 3 (2). Consultado en: <http://redie.uabc.mx/vol3no2/contenido-vidal.html>
- **MIRANDA** Ocaña, R. M. et al. (1998). La multimedia en la educación. Ponencia elaborada para el foro regional: Divulgación científica y tecnológica. Programas y estrategias en el noroeste. México. Consultado en: [www.tochtli.fisica.uson.mx/Foro\\_Divulga/mesas.htm](http://www.tochtli.fisica.uson.mx/Foro_Divulga/mesas.htm)
- **MUÑOZ**, J. F., Quintero, J. y Munévar, R. A. (2002). Experiencias en investigación-acción-reflexión con educadores en proceso de formación en Colombia. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 4 (1). Consultado en: <http://redie.uabc.mx/vol4no1/contenido-munevar.htm>
- **MUUSS**, E. R. (1995). Teorías de la adolescencia. México. Editorial Paidós. 225 pp.
- **NORIEGA MÉNDEZ**, J. A. y C. Gutiérrez Millán. (1995). Introducción a la epistemología para psicólogos. Plaza y Valdés Editores. México. 93 pp.
- OEI-Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653)
- **OROZCO**, Guillermo y Mercedes Charles. (1992). Medios de comunicación, familia y escuela. Tecnología y comunicación educativas. México. Octubre, 63-76.
- PC WORLD No. 115 (Guadalajara), abril de 1993, México: International Data Group.
- PC WORLD No. 117 (Guadalajara), junio de 1993, México: International Data Group.
- PC WORLD No. 118 (Guadalajara), julio de 1993, México: International Data Group.
- PC WORLD No. 119 (Guadalajara), agosto de 1993, México: International Data Group.
- PC WORLD No. 120 (Guadalajara), septiembre de 1993, México: International Data Group.
- PC WORLD No. 121 (Guadalajara), octubre de 1993, México: International Data Group.
- PC WORLD No. 122 (Guadalajara), noviembre de 1993, México: International Data Group.



- **PEÑA, V.** y F. Viveros. (1997). Educación para la comunicación. Desarrollo de la visión crítica en adultos. México. SEP. Subsecretaría de servicios educativos para el Distrito Federal. p-p 8.
- **PHILIPS** Interactive Media Systems. (1992). Introducing CD-I: The official guide to compact disc-interactive from Philips Interactive Media Systems. New York: Addison Wesley Publishing Company. 143 pp.
- **RESTREPO** Gómez, B. (2002). Una variante pedagógica de la investigación-acción educativa. OEI-Revista Iberoamericana de Educación. ISSN.1681-5653.
- **REYES P., E., P. García B. y E. Cota.** (2002) Biología interactiva. México. Editorial Trillas. p-p 78-81.
- **RICE, F. P.** (2000). Adolescencia. Desarrollo, relaciones y cultura. 9ª edición. Prentice Hall. Madrid. 520 pp.
- **SAINZ** Cañedo, L. C. et al. (1998). Biología II, La dinámica de la vida. México. Prentice Hall. p-p 77-82
- **SACRISTAN, J. G. y A. I. Pérez Gómez.** (2002). Comprender y transformar la enseñanza. 10ª edición. Ediciones Morata. Madrid. 448 pp.
- **SALIM, R.** (2006). Motivaciones, enfoques y estrategias de aprendizaje en estudiantes de Bioquímica de una universidad pública argentina. En: Revista Electrónica de Investigación Educativa, 8 (1). Consultado en: <http://redie.uabc.mx/vol8no1/contenido-salim.html>
- **SAMPIERI, H., R. C. Fernández y P. Baptista.** (2003). Metodología de la investigación. 3ª edición. McGraw-Hill/Interamericana editores. México. 705 pp.
- **SANDÍN E. y M. Paz.** (2003). Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y tradiciones. Editorial McGraw-Hill. Madrid. 258 pp.
- **SERRANO** Martín, M. (1992). Cambios en los usos sociales de la información. RENGLONES No. 24, Guadalajara. ITESO/Extensión Universitaria. Consultado en: <http://72.14.253.104/search?q=cache:ztk7efMYsJ:tecnologiaedu.us.es/bibliovir/pdf/versionpdf.pdf+serrano+%22Cambios+en+los+usos+sociales+de+la+informaci%C3%B3n%22&hl=es&ct=clnk&cd=3&gl=mx>
- **SHEPHERD, R.** (1993). Raíces: Origen y Desarrollo de los Profesores de Medios. en Aparici, Roberto (coordinador) La revolución de los medios audiovisuales. La Torre. Madrid. p-p: 135-151.
- **SIERRA, F. y J.C. Suárez V.** (2000): Introducción a la Teoría de la Comunicación Educativa, Editorial MAD, S.L. España. 270 pp.
- **STAKE, R. E.** (1999). Investigación con estudio de casos. Ediciones Morata. España. 159 pp.
- **STENHOUSE, L.** (2003). Investigación y desarrollo del curriculum. 5ª edición. Ediciones Morata. Madrid. 319 pp.
- **STEWART, D.** (1992). Multimedia: Just Where Is This Thing Going? en THINK, No. 6, en: Revista de la International Business Machines Corporation, p-p. 22-24.
- **TAYLOR, S. J. y R. Bogdan.** (1996). Introducción a los métodos cualitativos de investigación. Barcelona. Paidós. p-p 15-27.

- **UNAM.** CCH. (2003). Aprendizajes relevantes. Antología preparada para las comisiones de Revisión y Ajuste de los Programas de Estudio. Comisión de Revisión y ajuste de los Programas de Biología I y II. Dirección general del Colegio de Ciencias y Humanidades. C.U. México. 120 pp.
- **UNAM.** Por qué y Para qué del Bachillerato. El Concepto de una Cultura Básica y la Experiencia del C.C.H. En: Deslinde No.152. Agosto de 1982.
- **UNAM.** CCH. (2004). Proyecto final de los programas de estudio de Biología III y Biología IV (quinto y sexto semestres). Versión preliminar. Dirección general del Colegio de Ciencias y Humanidades. C.U. México. (s. e.)
- **UNAM.** CCH. (2006). Orientación y Sentido de las Áreas del Plan de Estudios Actualizado. Dirección general del Colegio de Ciencias y Humanidades. C.U. México. 96 pp.
- **UNESCO.** AECT Task Force on Definition and Terminology. (1979). Glossary of Educational Technology Terms. Paris.UNESCO. 371 pp.
- **VOUGHAN,** T. (1995). Todo el poder de la Multimedia. Segunda Edición. Editorial Mc Graw Hill. México. 458 pp.
  - **VEGA** L., S. y J. L. Sánchez R. (2004). Importancia de los multimedios educativos. Escuela Nacional de Trabajo Social. UNAM. México. 24 pp.
- **WHITE,** A., P. Handler, E. L. Smith, R. L. Hill y I. R. Lehman. (1983). Principios de Bioquímica. Sexta edición. Ediciones McGraw-Hill. España, 274-90.

# **ANEXOS**

I. GUIÓN LITERARIO

II. DIAGRAMA DE FLUJO

III. LISTA MAESTRA DE AUDIO

IV. LISTA MAESTRA DE VIDEOS

# GUIÓN LITERARIO

## **NOMBRE DEL PROGRAMA:**

Respiración

## **Programa**

### **Sección 0000**

Presentación

#### **tx\_00001 (Fijo)**

Presentación

Universidad Nacional Autónoma de México

Colegio de Ciencias y Humanidades

Juan Carlos Pérez Vertti Rojas

#### **Tx\_00002**

Bienvenido:

Espero que el uso de este disco te sea de utilidad. Para que puedas navegar de la mejor manera te hago las siguientes recomendaciones:

**SALIR:** Este botón te permite salir de una interacción, para que funcione hay que dar doble click, ya que uno sólo pausa la imagen.

**Menú principal:** Este botón lleva al menú donde están los temas que puedes consultar, también te permite resetear el programa si se inhibe.

**Energía:** este botón te lleva al menú energía.

**Metabolismo:** este botón te lleva al menú metabolismo.

**Respiración:** este botón te lleva al menú respiración.

**Siguiente:** Este botón te permite avanzar a la siguiente interacción.

**Regresar:** Este botón te lleva a la interacción anterior.

**Cerrar programa :** Este botón te saca del programa por completo.

Por último, los cambios en el cursor te indican que puedes pasar a otra sección

#### **tx\_00003**

**Título:** Respiración

### **Sección 1000**

#### **tx\_10001 Introducción (Pantalla 1)**

La vida depende de la energía procedente del Sol. Sólo una fracción de ésta es transformada por las células de los organismos fotosintéticos, en energía que impulsa los procesos vitales. Los sistemas vivos cambian la energía radiante del Sol en energía química y mecánica utilizada por todo ser vivo. Este flujo de energía es la esencia del sostenimiento de la vida.

#### **(Pantalla 2)**

**tx\_10002 ¿En qué se parecen una estufa, un anafre, una chimenea, una lámpara de aceite y una célula viva? (zona sensible)**

Respuesta

En que en todos ellos hay un proceso de combustión. Los combustibles, gas en la estufa, carbón en el anafre, madera en la chimenea, aceite en la lámpara, todos ellos se queman y liberan energía. En la célula lo que se combustiona para obtener energía son moléculas orgánicas. Los combustibles antes mencionados son asimismo materiales orgánicos que contienen energía almacenada.

**tx\_10003 ¿Cómo obtienen energía los seres vivos? (zona sensible)**

La manera de obtener energía en una célula es a través de la respiración, la cual se puede definir como la conversión de la energía química de las moléculas orgánicas en energía utilizable por las células para sintetizar macromoléculas complejas altamente ordenadas, para producir gradientes de concentración y eléctricos, en movimiento y calor, y en algunos organismos en luz.

**tx\_10004 ¿Por qué la respiración no produce las altas temperaturas del fuego? (zona sensible)**

Respuesta

El fuego es una combustión **incontrolada** porque todos los enlaces dentro de una molécula de combustible pueden romperse simultáneamente, con lo que puede liberarse de golpe el máximo de energía. Esta liberación súbita y explosiva origina las altas temperaturas del fuego.

Por el contrario, la respiración es una combustión **controlada**, la energía se libera poco a poco, enlace a enlace. Por ello las temperaturas permanecen bajas.

En segundo lugar, la energía liberada en el fuego es **energía libre**, en forma de calor y luz. En la respiración, sólo una parte de la energía liberada se escapa en forma de calor y prácticamente nada de ella se transforma en luz.

**tx\_10001 (Despliegue)**

**Sección 11000**

**Respiración (botón)**

**tx\_11001 Introducción**

En esta sección, aprenderás los conceptos básicos de cómo los seres vivos obtienen energía a partir de la oxidación de las moléculas que se incorporan como alimentos, proceso al que se denomina RESPIRACIÓN

**Respiración celular**

**tx\_11002**

La respiración celular se produce en tres fases principales.

En la primera fase las moléculas combustibles orgánicas(carbohidratos, ácidos grasos y algunos aminoácidos) se oxidan para rendir fragmentos de dos carbonos, los grupos acetilo de la acetil-coenzima A.

En la segunda fase, estos grupos acetilo se incorporan al ciclo de Krebs para degradarlos en átomos de hidrógeno ricos en energía y liberar CO<sub>2</sub>.

Esta fase ocurre en la matriz mitocondrial

Esta fase ocurre en el citoplasma celular.

En la tercera fase los átomos de hidrógeno se separan dando protones (H<sup>+</sup>) y electrones ricos en energía que son transferidos a una cadena de transportadores electrónicos, gran parte de la energía que se libera es aprovechada para sintetizar ATP en un proceso que se llama fosforilación oxidativa.

Esta fase ocurre en la membrana interna de la mitocondria.

**tx\_11101 Definición**

Los seres vivos obtienen energía a través de la respiración.

Se define como la conversión de energía química (de moléculas orgánicas) en energía aprovechable en forma de ATP.

Hay varias rutas en las que los seres vivos aprovechan la energía de las moléculas nutrientes, pero todas ellas convergen en la formación del piruvato.

**tx\_11110 (botón) Animación**

**tx\_11120 (área sensible) Primera etapa**

- La glucosa se desdobra
- El ATP se aproxima al carbono 6
- Se energiza la glucosa por adición de un fosfato
- La molécula sufre una transposición sencilla para formar fructosa
- Se aproxima un segundo ATP
- Se da una segunda fosforilación
- Se forma la fructosa 1-6, difosfato
- Se fragmenta la glucosa en una molécula de tres carbonos
- Se forman: la fosfato dihidroxicetona (arriba) y el Gliceraldehído-3-fosfato (abajo).
- Termina la primera fase.

**tx\_11130 (área sensible) Segunda etapa**

- Se fragmenta la glucosa en una molécula de tres carbonos
- Se forman: la fosfato dihidroxicetona (arriba) y el Gliceraldehído-3-fosfato (abajo).
- La cetona cambia para formar otro aldehído
- Ahora hay dos moléculas idénticas (G3P)
- Cada G3P dona dos electrones y un ión H al NAD<sup>+</sup>
- Se forma NADH y se une un fósforo inorgánico a las G3P
- Se aproximan dos moléculas de ADP al 1,3 difosfoglicerato
- Se forman dos moléculas de ATP, con lo que se compensa los dos consumidos en la activación de la glucólisis
- Una serie de transformaciones forman al fosfoglicerato
- Se obtienen dos moléculas idénticas de 2-Fosfoglicerato
- Se da una condensación
- Hay un cambio y se forman dos moléculas de fosfoenolpiruvato
- Se aproximan dos ADP
- Hay una defosforilación
- Se forma como resultado final de la glucólisis, ácido pirúvico o piruvato y este podría seguir tres rutas metabólicas posibles
  - Termina la segunda fase. Se obtienen como productos finales: dos moléculas de piruvato, cuatro moléculas de ATP

**tx\_11200 Índice aeróbicas**

Existen dos maneras en las que los organismos degradan al piruvato:

La primera es conocida como RESPIRACIÓN ANAERÓBICA o fermentación y se realiza en el citoplasma celular.

La segunda es conocida como RESPIRACIÓN AERÓBICA y se realiza en las mitocondrias.

La respiración aeróbica se caracteriza porque es el oxígeno el aceptor final de los electrones que se liberan durante la degradación completa del piruvato hasta CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O

**tx\_11210 Ciclo de Krebs**

Para su mejor comprensión la dividiremos en dos fases:

1ª Fase: Ciclo de Krebs (matriz mitocondrial)

2ª Fase: transporte de electrones (membrana interna de la mitocondria)

**tx\_11220 (botón) Ciclo de Krebs o del ácido cítrico**

**tx\_11230 (botón) Ciclo de Krebs**

Este ciclo se lleva a cabo en la mitocondria, en el interior de su matriz.

- **Primera etapa** El piruvato se fragmenta en CO<sub>2</sub> y un grupo acetilo
- El grupo acetilo se une a la Acetil coenzima A. Simultáneamente el NAD<sup>+</sup> recibió los electrones y un ión hidrógeno para formar NADH
- La acetil CoA dona su grupo acetilo al oxaloacetato.
- Se forma citrato.
- El citrato sufre una transposición para formar isocitrato.

- El isocitrato pierde un átomo de carbono en forma de bióxido de carbono y forma  $\alpha$ -cetoglutarato; se forma NADH a partir de  $\text{NAD}^+$
- Se pierde otro átomo de carbono en forma de  $\text{CO}_2$  y se forma succinato; se forma NADH a partir de  $\text{NAD}^+$ . Se almacena energía en forma de ATP. Las dos moléculas  $\text{CO}_2$  más la liberada en la formación de acetil, dan cuenta de los tres átomos de carbono del piruvato que inició la reacción.
- El succinato se transforma en fumarato, y el portador de electrones  $\text{FAD}^+$  se carga para formar  $\text{FADH}_2$
- El fumarato se transforma en malato.
- El malato se transforma en oxaloacetato (molécula que inicia y cierra el ciclo); se forma NADH a partir de  $\text{NAD}^+$
- El ciclo produce tres  $\text{CO}_2$  y tres NADH, un  $\text{FADH}_2$  y un ATP por molécula de Acetil CoA. Los transportadores llevarán la energía a la membrana interna de la mitocondria donde la liberarán para sintetizar ATP por quimiósmosis.
- Observa el proceso en forma dinámica a través de la animación y trata de fijarte en las reacciones.

#### **tx\_11231 (botón) Animación**

#### **tx\_11300 Transporte de electrones**

La respiración aeróbica se caracteriza porque es el oxígeno el aceptor final de los electrones que se liberan durante la degradación completa del piruvato hasta  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ . Para su mejor comprensión la dividiremos en dos fases:

1° Fase Ciclo de Krebs (matriz mitocondrial)

2° Fase Transporte de electrones (membrana interna de la mitocondria)

#### **tx\_11301 Transporte de electrones**

- En esta secuencia comprenderás como se lleva a cabo el transporte de electrones.
- En esta animación verás como se polariza la membrana interna de la mitocondria.
- En esta animación verás como los electrones liberados son aprovechados para sintetizar ATP.

#### **tx\_11310 (botón) Paso a paso**

Transporte de electrones

- Este se lleva a cabo en la membrana interna de la mitocondria. La etapa involucra una cadena de transportadores de electrones y enzimas embutidas en la membrana interna de la mitocondria. A lo largo de esta serie de transportadores de electrones, los electrones de alta energía transportados por el NADH de la glucólisis y por el NADH y el  $\text{FADH}_2$  del ciclo de Krebs van "cuesta abajo" hasta el oxígeno.
- Los portadores de electrones formados en la glucólisis y el ciclo de Krebs depositan sus electrones en el sistema de transporte enzimático de la membrana interna de la mitocondria, que observas en la ilustración.
- A medida que pasan a través de este sistema, los electrones proporcionan energía para bombear iones de hidrógeno ( $\text{H}^+$ ) a través de la membrana interior, desde la matriz al compartimento intermembranoso.
- Este proceso de bombeo aumenta la concentración de  $\text{H}^+$  (quimiósmosis). La membrana interna de la mitocondria es permeable a los  $\text{H}^+$  sólo en los canales de ATP sintetasa. Por lo que el movimiento de iones es el motor de la síntesis de ATP.

#### **tx\_11320 (botón) Animación 1**

Hagamos un zoom al interior de la mitocondria y veamos que sucede en la membrana interna. Observa que los electrones finalmente son aceptados por el oxígeno, que se combina con protones (iones hidrógeno) en solución, para formar agua en la matriz mitocondrial.

#### **tx\_11330 (botón) Animación 2**

Este mecanismo, en virtud del cual se lleva a cabo la fosforilación oxidativa, se conoce como acoplamiento quimiosmótico.

Se estima que la membrana interna de una mitocondria, en la célula hepática, tiene más de 10 000 copias de cadenas transportadoras de electrones y complejos de ATP sintetasa.

#### **tx\_11410 Índice anaeróbicas**

Existen dos maneras en las que los organismos degradan al piruvato:

La primera es conocida como RESPIRACIÓN ANAERÓBICA o fermentación y se realiza en el citoplasma celular.

La segunda es conocida como RESPIRACIÓN AERÓBICA y se realiza en las mitocondrias.

La respiración aeróbica se caracteriza porque es el oxígeno el aceptor final de los electrones que se liberan durante la degradación completa del piruvato hasta  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$

#### **tx\_11411 Las vías anaerobias**

En ausencia de oxígeno, el ácido pirúvico puede seguir una de varias vías llamadas anaerobias. El ácido pirúvico puede convertirse en etanol (alcohol etílico) o en uno de varios ácidos orgánicos diferentes, de los cuales el ácido láctico es el más común. El producto de la reacción, depende del tipo de célula.

#### **tx\_11420 (botón) Fermentación alcohólica**

En una de las etapas de la fermentación alcohólica se desprende dióxido de carbono. Después de oxida el  $\text{NADH}_2$  y se reduce el acetaldehído, convirtiéndose en etanol. La mayor parte de la energía química de la glucosa permanece en el alcohol, que es el producto final de la secuencia.

Sin embargo, regenerando  $\text{NAD}^+$ , estos pasos permiten que la glucólisis continúe, con su pequeño, pero en ciertas condiciones, vitalmente necesario rendimiento de ATP.

Cuando los jugos azucarados de las uvas y de otras frutas se extraen y se almacenan en condiciones anaeróbicas, las levaduras transforman el jugo de fruta en vino, convirtiendo la glucosa en etanol.

#### **tx\_11421 (botón) Fermentación láctica**

El ácido láctico se forma a partir del ácido pirúvico, por acción de una variedad de microorganismos y también por algunas células animales cuando el  $\text{O}_2$  es escaso o está ausente.

En el curso de la reacción, el  $\text{NADH}$  se oxida y el ácido pirúvico se reduce. Las moléculas de  $\text{NAD}^+$  producidas en esta reacción se reciclan en la secuencia glucolítica. Sin este reciclado, la glucólisis no puede seguir adelante. El lactato es desechado por las células.

La acumulación de ácido láctico da como resultado dolor y fatiga muscular. Por ejemplo, se produce en las células musculares de los vertebrados durante ejercicios intensos, como el caso de una carrera.

#### **tx\_11500 Autoevaluaciones: Cuestionario con respuestas.**

1. Define los siguientes conceptos: oxidación de la glucosa / glucólisis / respiración / fermentación/ vías aeróbicas / vías anaeróbicas;  $\text{FAD}$  /  $\text{FADH}$ ; ciclo de Krebs / transporte de electrones.

La oxidación consiste en la pérdida de un electrón y la reducción es la ganancia de un electrón. Dado que en las reacciones de oxidorreducción espontáneas, los electrones van de niveles de energía

mayores a niveles de energía menores, cuando una molécula se oxida, habitualmente libera energía. En la oxidación de la glucosa, los enlaces carbono-carbono (C-C), carbono-hidrógeno (C-H) y oxígeno-oxígeno (O-O) se cambian por enlaces carbono-oxígeno (C-O) e hidrógeno-oxígeno (H-O), a medida que los átomos de oxígeno atraen y acaparan electrones.

En los sistemas vivos, la oxidación de la glucosa se desarrolla en dos etapas principales. La primera se conoce como glucólisis, en la que la molécula de glucosa de 6 carbonos se escinde en dos moléculas de un compuesto de 3 carbonos, el ácido pirúvico. En este proceso se eliminan de la molécula de glucosa 4 átomos de hidrógeno (o sea, 4 electrones y 4 protones). Los electrones y dos de los protones son aceptados por moléculas de  $\text{NAD}^+$ , mientras que los otros dos protones permanecen en solución como iones hidrógeno ( $\text{H}^+$ ). En la etapa que denominamos respiración, los átomos de hidrógeno restantes son eliminados de las moléculas de ácido pirúvico y los átomos



de carbono se oxidan a dióxido de carbono. Los átomos de hidrógeno, en forma de electrones y protones, son aceptados inicialmente por el  $\text{NAD}^+$  y otro aceptor de electrones relacionado. Finalmente, todos los electrones y protones eliminados de los átomos de carbono de la molécula de glucosa original son transferidos al oxígeno, y forman agua. El ácido pirúvico formado en la glucólisis puede seguir una de varias vías. Una vía es aeróbica (con oxígeno) y las otras son anaeróbicas (sin oxígeno). En ausencia de oxígeno, el ácido pirúvico puede convertirse en etanol (alcohol etílico) o en uno de varios ácidos orgánicos diferentes, de los cuales el ácido láctico es el más común. El producto de reacción depende del tipo de célula. La formación de alcohol a partir de azúcar se llama fermentación. El ácido láctico se forma a partir del ácido pirúvico, por acción de una variedad de microorganismos y también por algunas células animales cuando el  $\text{O}_2$  es escaso o está ausente.

FAD, la flavina adenina dinucleótido, es uno de los transportadores de electrones. La molécula se reduce cuando gana electrones y protones; se forma una molécula de  $\text{FADH}_2$  a partir de FAD.

En condiciones aeróbicas, el ácido pirúvico producido en la glucólisis se convierte en  $\text{CO}_2$  y acetyl CoA. El grupo acetilo de dos carbonos entre en el ciclo de Krebs: se combina con un compuesto de cuatro carbonos (ácido oxaloacético) para producir un compuesto de seis carbonos (el ácido cítrico).

En el curso de este ciclo se oxidan dos de los seis carbonos a  $\text{CO}_2$  y se regenera el ácido oxaloacético, y se hace de esta serie literalmente un ciclo. Cada giro del ciclo consume un grupo acetilo y regenera una molécula de ácido oxaloacético que queda lista entonces para comenzar la secuencia nuevamente. Cuando los átomos de carbono de la molécula de glucosa se han oxidado ahora completamente, parte de la energía

contenida en los enlaces de la molécula de glucosa se ha usado para producir ATP a partir de ADP. La mayor parte de la energía, sin embargo, permanece en los electrones de alto nivel energético que han sido extraídos de los enlaces C-C y C-H y transferidos a los transportadores de electrones  $\text{NAD}^+$  y FAD. En la etapa final de la respiración, estos electrones de un nivel de energía alto pasan gradualmente al oxígeno que tiene un nivel bajo de energía

. La energía así liberada en el curso de este pasaje se usa finalmente para regenerar ATP a partir de ADP. Este pasaje escalonado es posible debido a la presencia de una serie de transportadores de electrones, cada uno de los cuales mantiene los electrones a un nivel ligeramente inferior al precedente. Estos transportadores constituyen lo que se conoce como la cadena de transporte de electrones.

2. Describe el proceso de la fermentación. ¿Qué condiciones son esenciales para que ocurra? Con algunas cepas de levadura, la fermentación se detiene antes de que se agote el azúcar, habitualmente a una concentración de alcohol superior al 12%. Propón una explicación para este fenómeno.

En la fermentación, los microorganismos como las levaduras forman etanol y  $\text{CO}_2$  a partir del ácido pirúvico producido en la glucólisis. Para que la fermentación ocurra, debe haber microorganismos vivos, un adecuado suplemento de azúcar y, según el caso, no debe haber oxígeno. La fermentación algunas veces se detiene antes que el azúcar se acabe porque la concentración de alcohol comienza a ser lo suficientemente alta como para desnaturalizar las enzimas clave de los microorganismos.

3. Si los organismos aeróbicos (que utilizan oxígeno) son tanto o más eficientes que los anaerobios para convertir energía, ¿Por qué hay anaerobios en este planeta?, ¿Por qué no se han extinguido hace largo tiempo?

La condición anaeróbica permanece en la Tierra tanto en recipientes cerrados como en aguas carentes de oxígeno. Los organismos aeróbicos no pueden vivir en estas condiciones. De modo que, en esos ambientes, los organismos anaerobios no tienen competencia por parte de organismos más eficientes.

4. Dibuja la estructura de una mitocondria. Describe dónde tienen lugar las distintas etapas de la degradación de la glucosa con relación a la estructura mitocondrial. ¿Qué iones y moléculas cruzan las membranas mitocondriales durante estos procesos?

La glucólisis tiene lugar en el citoplasma de la célula, fuera de la mitocondria. El ciclo de Krebs tiene lugar dentro de la mitocondria. Algunas de sus enzimas están en solución en la matriz y otras están ensambladas en la membrana interna de la mitocondria. Las enzimas y los electrones transportados por la cadena de transporte de electrones están ensamblados en la membrana interna así como las enzimas y transportadores involucrados en el acoplamiento quimiosmótico.

En el curso de estos procesos, el ácido pirúvico, el ADP, el oxígeno, los iones fosfato inorgánicos y los átomos de hidrógeno (protones y electrones) transportados por las moléculas de NADH formadas en la glucólisis atraviesan ambas membranas hacia adentro de la mitocondria. El CO<sub>2</sub>, el ATP, y las moléculas de agua atraviesan las membranas hacia afuera de la mitocondria. En la síntesis quimiosmótica del ATP, que ocurre en conjunción con el transporte de electrones, se bombean protones desde la matriz mitocondrial, a través de la membrana interna, al espacio intermembranal, o sea, al espacio entre las membranas externa e interna de la mitocondria. Desde el espacio intermembranal, parte de los protones pasa a través de la membrana externa al citoplasma. La membrana externa es libremente permeable a la mayoría de los iones y moléculas pequeñas.

Dado que la membrana interna es virtualmente impermeable a todas las partículas cargadas, otros iones positivos no pueden moverse al interior de la matriz para neutralizar la carga negativa creada cuando los protones son bombeados hacia afuera. El movimiento de iones negativos hacia afuera de la matriz, que también neutralizaría la diferencia de carga, se bloquea de manera similar. El resultado es energía disponible para impulsar cualquier proceso acoplado al flujo de protones a favor del gradiente electroquímico hacia la matriz.

En este punto entra en juego un gran complejo enzimático conocido como ATP sintetasa. A medida que los protones fluyen a favor del gradiente electroquímico desde el exterior a la matriz, la energía libre desprendida impulsa la síntesis de ATP a partir de ADP y fosfato.

5. El cianuro puede combinarse con el citocromo a y a<sub>3</sub> y desactivarlos. Sin embargo, en nuestro cuerpo el cianuro tiende a reaccionar primero con la hemoglobina y a imposibilitar la unión del oxígeno con la hemoglobina. De cualquier manera, el envenenamiento por cianuro tiene el mismo efecto: inhibe la síntesis de ATP. Explique cómo ocurre esto.

Ver curiosidades.

6. Ciertas sustancias químicas funcionan como agentes "desacoplantes" cuando se las añade a mitocondrias que están realizando el proceso de respiración, aunque continúe el pasaje descendente de electrones a lo largo de la cadena hasta el oxígeno, no se forma ATP. Se sabe que uno de esos agentes, el antibiótico valinomicina, transporta iones K<sup>+</sup> a través de la membrana interna hacia la matriz. Otro, el 2,4-dinitrofenol, transporta iones H<sup>+</sup> a través de la membrana. ¿De qué manera evitan estas sustancias la formación de ATP?

Estas sustancias destruyen el gradiente electroquímico comúnmente presente a través de la membrana interna de la mitocondria y, por lo tanto, no hay energía disponible para impulsar la síntesis de ATP. El 2,4-dinitrofenol tendría el mayor efecto porque revierte tanto la concentración del gradiente de hidrógeno como el gradiente de voltaje que se produce a través de la membrana.

7. En las células del tejido especializado conocido como grasa parda, la membrana interna de la mitocondria es permeable a los iones H<sup>+</sup>. Estas células contienen grandes depósitos de moléculas grasas, que se degradan gradualmente y cuyos grupos acetilo resultantes pasan al ciclo de Krebs. Los electrones capturados por el NADH y FADH<sub>2</sub>, a su vez, alimentan a la cadena de transporte de electrones y son finalmente aceptados por el oxígeno; sin embargo, no se sintetiza ATP. ¿Por qué no? El tejido adiposo pardo existe en algunos animales que hibernan y en los cachorros de mamíferos que nacen sin pelo, incluyendo nuestros niños. ¿Qué función cumpliría el tejido adiposo pardo?

Ver curiosidades.

8.a) Como hemos visto, una célula puede obtener un máximo de 38 moléculas de ATP por cada molécula de glucosa que se oxida por completo. Explique la producción de cada molécula de ATP.  
b) En la glucólisis, el ciclo de Krebs y la cadena de transporte de electrones se forman en realidad 40 moléculas de ATP. ¿Por qué el rendimiento neto de la célula es sólo de 38 moléculas? c) ¿Qué otros factores pueden reducir el rendimiento de ATP?

a. Producción de ATP. Directamente de la glucólisis: 2 ATP; del NADH producido en glucólisis: 6 ATP; del NADH producido en la conversión de ácido pirúvico a acetilCoA: 6 ATP; directamente del ciclo de Krebs: 2 ATP; del NADH producido en el ciclo de Krebs: 18 ATP; del FADH<sub>2</sub> producido en el ciclo de Krebs: 4 ATP  
b. El rendimiento neto es de sólo 38 ATP por molécula de glucosa porque dos moléculas de ATP son usadas en el proceso: la energía contenida en una molécula de ATP es utilizada en el paso 1 y otra en el paso 3 de la glucólisis.  
c. El rendimiento de ATP puede ser reducido por las células que usan la energía almacenada en el gradiente de protones a través de la membrana mitocondrial para propósitos diferentes a la síntesis de ATP. LA gran proporción de la energía almacenada usada para otros procesos baja el rendimiento de ATP. En algunas células, como en las del cerebro o las del músculo esquelético, el costo energético de transportar electrones desde el NADH formado en la glucólisis, a través de la membrana interna de la mitocondria, baja la producción neta de los 2 NADH formados en glucólisis a 4 ATP. Esos electrones están a un nivel más bajo de energía y entran en la cadena de transporte de electrones a nivel de la coenzima Q. Su pasaje por la cadena de transporte de electrones rinde 2 ATP por cada NADH. Así la producción máxima total en estas células es 36 ATP.

9. Describa de qué manera los procesos de la célula están adaptados al uso eficiente de una variedad de alimentos, y a la producción eficiente de la diversidad de materiales que la célula necesita elaborar para su propio uso.

La célula puede usar una variedad de alimentos porque todos pueden ser degradados a moléculas que pueden ser metabolizadas en la glucólisis y/o la respiración. Los polisacáridos son degradados a monosacáridos y luego fosforilados a glucosa 6 fosfato. En esa forma entran en la glucólisis en el paso 2. Las grasas pueden ser degradadas en glicerol y ácidos grasos que pueden ser convertidos en acetil CoA que entra en el ciclo de Krebs. Las proteínas son degradadas en aminoácidos. El esqueleto carbonado puede ser convertido en el grupo acetilo o en algún intermediario del ciclo de Krebs. Todas estas moléculas—monosacáridos, ácidos grasos y aminoácidos—así como otras moléculas más pequeñas pueden ser usadas como precursores de la síntesis de moléculas que el organismo necesita. Aunque los pasos metabólicos no son idénticos a los catabólicos, la célula puede construir las moléculas que necesita comenzando desde cualquier componente de la glucólisis o del ciclo de Krebs. Esto es altamente eficiente ya que la célula puede utilizar cualquier molécula que tenga para proveerse de lo que necesita.

10. En términos de la economía celular, ¿Qué le suministran los procesos anabólicos a la célula? ¿Qué le suministran los procesos catabólicos? ¿De qué manera dependen unos de otros?

Los procesos anabólicos proveen material estructural, enzimas y moléculas que almacenan energía. Los procesos catabólicos proveen energía y pequeñas moléculas que pueden ser usadas para la construcción de moléculas mayores en los procesos anabólicos. Sin el catabolismo, la célula no tendría energía y materiales de construcción; sin el anabolismo, la célula no tendría material estructural y enzimas que se necesitan en los procesos catabólicos.

#### **tx\_11501 Glosario**

Ácetil coenzima A: molécula precursora del ciclo de Krebs.

a-cetoglutarato: molécula presente en el ciclo de Krebs.

Ácidos grasos: molécula orgánica que se compone de una cadena larga de átomos de carbono con un grupo carboxílico (COOH) en un extremo; puede ser saturado (tener enlaces sencillos)

entre los átomos de carbono) o insaturado (uno o más dobles enlaces entre los átomos de carbono).

ADP: difosfato de adenosina, molécula compuesta del azúcar ribosa, la base adenina y dos grupos fosfato; componente del ATP.

Aminoácido: subunidad individual que forma a las proteínas, compuesta de un átomo de carbono central unido a un grupo amino ( $-\text{NH}_2$ ), un grupo carboxilo ( $-\text{COOH}$ ), un átomo de hidrógeno y un grupo variable de átomos que se denota con la letra R.

Anabolismo: conjunto de reacciones metabólicas de síntesis o construcción.

Átomo: partícula más pequeña que conserva las propiedades de un elemento.

ATP: trifosfato de adenosina, principal molécula portadora de energía a corto plazo en las células.

Carbono: uno de los 107 elementos de la tabla periódica y el más importante de los seres vivos.

Catabolismo: conjunto de reacciones metabólicas de degradación.

Catalizador: moléculas que cambian la velocidad de una reacción química.

Célula: unidad fundamental de los seres vivos.

Ciclo de krebs: una de las fases de la respiración aeróbica.

Citocromo: enzima mitocondrial.

Citoplasma celular: material contenido dentro de la membrana plasmática de la célula.

Citrato: molécula presente en el ciclo de Krebs.

Condensación: reacciones químicas en las que se desprende agua.

Defosforilación: pérdida de un derivado fosfatado de un biomolécula.

Ecuación química: forma de representar una reacción química.

Electrón: subpartícula atómica con carga negativa.

Energía: capacidad de producir un trabajo.

Energía cinética: energía de movimiento.

Energía química: energía almacenada en los enlaces químicos de una molécula.

Enlace químico: energía que une a los átomos.

Entropía: medida del grado de aleatoriedad y desorden de un sistema.

Enzimas: catalizador de naturaleza, por lo general proteica.

Espacio intermembranal: es el espacio que hay entre la membrana externa y la membrana interna de un organelo.

FAD: símbolo químico del transportador electrónico oxidado, dinucleótido de flavina y de adenina. Actúan como coenzimas.

FADH: símbolo químico del transportador electrónico reducido, dinucleótido de flavina y de adenina. Actúan como coenzimas.

Fermentación: reacciones anaeróbicas que transforman al piruvato en ácido láctico o etanol y  $\text{CO}_2$

Flujo de energía: transformación energética de un tipo a otro.

Fosforilación: ganancia de un grupo fosfato.

Fotosíntesis: reacciones metabólicas que se dan en los organismos autótrofos para elaborar sus propios alimentos.

1-6, Fructosa difosfato: molécula presente en la glucólisis.

Fumarato: molécula presente en el ciclo de Krebs.

Glúcidos: otra forma de llamarle a los carbohidratos o azúcares.

Glucólisis: conjunto de reacciones metabólicas que degradan la glucosa a piruvato.

Glucosa: molécula presente en la glucólisis.

Hidrógeno: primer elemento de la tabla periódica.

Ión: átomo o molécula con carga.

Isocitrato: molécula presente en el ciclo de Krebs.

Lípidos: moléculas también conocidas como grasas y aceites.

Macromoléculas: moléculas con alto peso molecular.

Malato: molécula presente en el ciclo de Krebs.

Metabolismo: total de las reacciones químicas que se efectúan dentro de una célula o dentro de todas las células de un organismo multicelular.

Mitocondria: organelo delimitado por dos membranas en el cual se efectúan las reacciones del metabolismo aeróbico. Están situados en el citoplasma de las células eucariontes.

Molécula: unión de dos o más átomos.

Molécula orgánica: molécula que tiene un esqueleto de átomos de carbono.

NAD: dinucleótido de adenina y nicotinamida oxidado, actúa como transportador en reacciones redox.

NADP: fosfato dinucleótido de adenina y nicotinamida oxidado, actúa como transportador en reacciones redox.

NADPH: fosfato dinucleótido de adenina y nicotinamida reducido, actúa como transportador en reacciones redox.

Organismo autótrofo: organismo que produce sus propios alimentos.

Organismo eucarionte: organismo cuyas células poseen sistemas de endomembranas.

Organismo heterótrofo: organismo que toma su alimento del ambiente.

Oxaloacetato: molécula presente en el ciclo de Krebs.

Oxidación: pérdida de electrones de una molécula.

Oxígeno: uno de los elementos de la tabla periódica.

Piruvato: molécula de tres carbonos que se forma en la glucólisis y luego se utiliza en la fermentación o en la respiración celular.

Polisacárido: polímero formado por moléculas de carbohidrato.

Producto: el resultado de una reacción química.

Proteínas: polímero de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos.

Protón: subpartícula atómica con carga positiva

Quimiosmosis: proceso de generación de ATP en cloroplastos y mitocondrias.

Reacción acoplada: cuando una reacción exergónica libera energía para ser aprovechada por una reacción endergónica.

Reacción endergónica: aquella que absorbe energía.

Reacción exergónica: aquella que libera energía.

Reacción química: proceso en el que un reactivo sufre una transformación química.

Redox: reacciones de óxido-reducción.

Reducción: ganancia de electrones en una molécula.

Respiración celular: reacciones que requieren oxígeno y se llevan a cabo en las mitocondrias.

Sintetizar: se dice de la construcción química de una molécula

Sitio activo (locus): región de una molécula enzimática que se une a los sustratos y ejecuta la función catalítica de la enzima.

Succinato: molécula presente en el ciclo de Krebs.

Temperatura: grado de agitación de las moléculas.

Transportadores electrónicos: moléculas que pueden oxidarse o reducirse para ganar o ceder electrones en ciertas reacciones químicas.

## **Sección 12000**

### **Metabolismo**

#### **tx\_12000 Introducción**

En esta sección comprenderás qué es el metabolismo y su importancia para los seres vivos. Este tema tiene sus bases en los conceptos energéticos, por lo que te sugerimos ver primero esa sección.

Observa los cambios en el cursor, ellos te indican una interacción.

#### **tx\_12001 Introducción**

El metabolismo desempeña 4 funciones específicas:

- 1) Obtener energía a partir de la degradación de elementos ricos en energía, capturados del entorno o de la energía del Sol.
- 2) Convertir las moléculas nutrientes en precursores de los monómeros de las macromoléculas de la célula.

- 3) Reunir estos monómeros a fin de sintetizar proteínas, ácidos nucleicos, lípidos, polisacáridos y otros componentes celulares.
- 4) Regula los procesos que se han descrito en los puntos anteriores.

#### **tx\_12002 Introducción**

Los seres vivos necesitan energía para realizar sus funciones:

Hay dos procesos metabólicos principales y complementarios por los que la energía fluye a través de los sistemas vivos: el anabolismo (construcción) y el catabolismo (degradación).

#### **\*Links:**

Anabolismo: La fotosíntesis es un proceso por el cual la energía lumínica se convierte en energía química y el carbono se fija en compuestos orgánicos, los organismos que la llevan a cabo forman parte de los que se han llamado autótrofos.

Catabolismo: La respiración, es el proceso de degradación de compuestos orgánicos mediante el cual los organismos obtienen energía.

.

#### **tx\_12100 Metabolismo**

En cualquier reacción sistema vivo el intercambio de energía ocurre a través de miles de reacciones químicas diferentes, muchas de las cuales se producen simultáneamente. La suma de todas estas se conoce como metabolismo (del griego *metabole*, que significa "cambio").

#### **tx\_12200 (zona sensible) Enzimas**

Las reacciones químicas que se producen en los seres vivos están controladas por enzimas. Estas son un tipo especial de proteínas que sirven como catalizadores (sustancias que inician o aceleran la velocidad de una reacción química sin que cambie su conformación molecular).

#### **tx\_12210 (zona sensible) Anabolismo**

Las fases de construcción o síntesis del metabolismo se denominan de esta manera. Por medio de las reacciones anabólicas los nutrientes son reorganizados para formar nuevas macromoléculas, que ayudan en la nutrición o en otros procesos metabólicos. Las reacciones anabólicas necesitan consumir energía que obtienen del ATP.

#### **tx\_12220 (zona sensible) Catabolismo**

Las fases de degradación o lisis del metabolismo se denominan de esta manera. Por medio de las reacciones catabólicas, las moléculas grandes son degradadas y reducidas a moléculas más pequeñas. Las reacciones catabólicas liberan energía que ayuda a formar ATP.

La respiración es un buen ejemplo de reacciones catabólicas.

### **Sección 13000**

#### **tx\_13000 Energía**

INTRODUCCIÓN. En esta sección de energía aprenderás a definir qué es la energía, cuáles son las leyes que la regulan y cómo la utilizan los seres vivos para realizar sus funciones biológicas. Además darás un repaso general a los conceptos de reacciones químicas. Es recomendable que realices este repaso si tus conocimientos no son firmes al respecto.

#### **tx\_13001 Menú Energía**

Energía es la capacidad para efectuar un trabajo.

Hay dos tipos de energía: energía cinética y energía potencial. Ambas, a su vez, existen en muchas formas distintas. Para entender el flujo de la energía necesitamos conocer dos cosas: 1) la cantidad de energía disponible y 2) la utilidad de la energía. Estos son los temas de las leyes de la termodinámica.

#### **tx\_13100 (zona sensible) Energía cinética**

La energía cinética, o energía de movimiento, incluye la luz, el calor, la electricidad y el movimiento de grandes objetos.

### tx\_13200 (zona sensible) Termodinámica

Introducción. Las leyes de la termodinámica gobiernan a todos los seres vivos e incluso a todos los objetos del universo.

### tx\_13201 (zona sensible) Leyes

El flujo de la energía

Los seres vivos transforman la energía en la medida que cumplen sus funciones esenciales (crecimiento, reproducción, etc.). En estas conversiones energéticas, parte de la energía útil se disipa en el ambiente en cada paso (entropía).

### tx\_13202 (botón) Primera ley

La primera ley establece que la energía puede convertirse de una forma a otra, pero no puede crearse ni destruirse. Esto es, no puede surgir energía de la nada y en consecuencia, la cantidad total de energía en el universo se mantiene constante. Los procesos ordinarios no pueden crear ni destruir energía, pero sí pueden cambiarla de una forma a otra (por ejemplo, de energía química a energía térmica). Por ello la primera ley se conoce como **ley de la conservación de la energía**.

#### Liga = Ejemplos

Cuando los organismos oxidan carbohidratos, convierten la energía almacenada en los enlaces químicos en otras formas de energía. En una noche de verano, por ejemplo, una luciérnaga convierte la energía química en energía cinética, en calor, en destellos de luz y en impulsos eléctricos que se desplazan a lo largo de los nervios de su cuerpo.

Las aves y los mamíferos convierten la energía química en la energía térmica necesaria para mantener su temperatura corporal, así como en energía mecánica, energía eléctrica y otras formas de energía química. En el caso de las reacciones químicas, esto significa que la suma de la energía de los productos de la reacción y la de la energía liberada en la reacción misma es igual a la energía inicial de las sustancias que reaccionan.

### tx\_13203 (botón) Segunda ley

La segunda ley establece que en el curso de las conversiones energéticas, el potencial termodinámico de un sistema en el estado final siempre será menor que el potencial termodinámico del mismo sistema en el estado inicial. Esto es, cuando la energía se convierte de una forma a otra, la energía útil disminuye; la energía se convierte espontáneamente de formas más útiles a formas menos útiles.

La segunda ley también nos dice algo acerca de la organización de la materia. Las regiones de energía concentrada suelen ser regiones muy ordenadas. Si no se añade energía al sistema, los procesos espontáneos dan como resultado un aumento en la aleatoriedad y el desorden. Esta tendencia a una pérdida de orden y energía de alto nivel y un aumento de la aleatoriedad, el desorden y la energía de bajo nivel se llama **entropía**.

#### Liga = Para que te vuelvas experto

Otra manera de enunciar la segunda ley de la termodinámica es que todos los procesos naturales tienden a ocurrir en una dirección tal que la entropía (la medida del "grado de desorden" o de "aleatoriedad") del Universo se incrementa.

En la imagen vemos que los organismos vivos conservan su orden interno consumiendo energía útil de los elementos nutritivos (o de la luz solar) de su entorno al que devuelven una cantidad de energía igual pero en forma degradada, la mayor parte en forma de calor, que se disipa en el resto del universo. Por lo tanto, el mantenimiento del orden de los seres vivos aumenta el desorden (entropía) del Universo.

Una forma fácil de comprenderlo es con un automóvil. Para que se mueva necesita de gasolina (energía), pero no todo el combustible se transforma en movimiento, parte de esa energía se transforma en calor. Desde otro punto de vista, la gasolina (líquida) tiene un cierto "orden" molecular, cuando se combustiona se transforma en bióxido de carbono (gas) que al salir del escape se desordena (entropía) en el ambiente.

**tx\_13300 (botón) Reacciones Menú**

Reacciones químicas. Una reacción química es un proceso que forma y rompe enlaces químicos que mantienen unidos a los átomos. Las reacciones químicas convierten un grupo de sustancias químicas, los reactivos, en otro grupo, los productos.

**tx\_13301 (botón) Exergónicas**

Una reacción exergónica es aquella en la que los reactivos tienen más energía que los productos; por lo que cuando se da la reacción hay una liberación de energía.

Un ejemplo de este tipo de reacción se da en la respiración, porque al hacerlo transformamos la glucosa en  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  y la energía liberada la ocupamos para realizar nuestras actividades.

**tx\_13302 (botón) Endergónicas**

Una reacción endergónica es aquella en la que los reactivos consumen energía para poder transformarse en los productos.

Un ejemplo de esta reacción es la formación de glucosa a partir de  $\text{CO}_2$  y energía luminosa durante la fotosíntesis.

**tx\_13303 (botón) Acopladas**

Una reacción acoplada es la que requiere de dos reacciones, una exergónica y otra endergónica.

La primera liberará energía para que la ocupe la segunda. Observa en la imagen que el movimiento de la boca del T. rex obedece a la energía que el ATP deposita en sus músculos correspondientes.

El uso del ATP por parte de los seres vivos es un buen ejemplo de reacción acoplada. Con base en lo que aprendiste en las reacciones exergónicas y endergónicas ¿Podrías explicarlo?

Corroborar tu respuesta con la animación.

**tx\_13340 (botón) Animación ATP**

Observa que el ADP recibe energía de una reacción exergónica (por ejemplo la degradación de la glucosa) y se transforma en ATP.

El ATP puede viajar por tu cuerpo llevando la energía a donde se necesite, por ejemplo a tu cerebro para procesar esta información y después transformarse nuevamente en ADP.

**tx\_13304 (botón) Oxidación y reducción (Redox)**

Oxidación: Cuando un reactivo pierde electrones.

Reducción: Cuando un reactivo gana electrones.

En la ecuación el oxígeno se reduce al formar el agua y el hidrógeno se oxida.

**tx\_13350 (botón) Transportadores electrónicos**

Los electrones liberados por redox biológicas son transferidos a compuestos llamados "TRANSPORTADORES". Estos son: NAD, FAD, NADP y Citocromo.

Durante la transferencia, los transportadores son oxidados y reducidos sucesivamente. La energía liberada durante las transferencias se deposita en ATP.

**tx\_13360 (botón) Fondo**

Los transportadores cumplen un papel muy importante en el proceso de la respiración, gracias a ellos los electrones producidos en la glucólisis y el ciclo de Krebs son aprovechados en la membrana interna de la mitocondria para generar ATP.

**tx\_13400 (zona sensible) Energía potencial**

La energía potencial, o energía almacenada, incluye la energía guardada en los enlaces que mantienen unidos a los átomos en las moléculas o la energía eléctrica contenida en una batería.

En condiciones apropiadas la energía potencial se puede transformar en energía cinética y viceversa.

**Sección 14000**



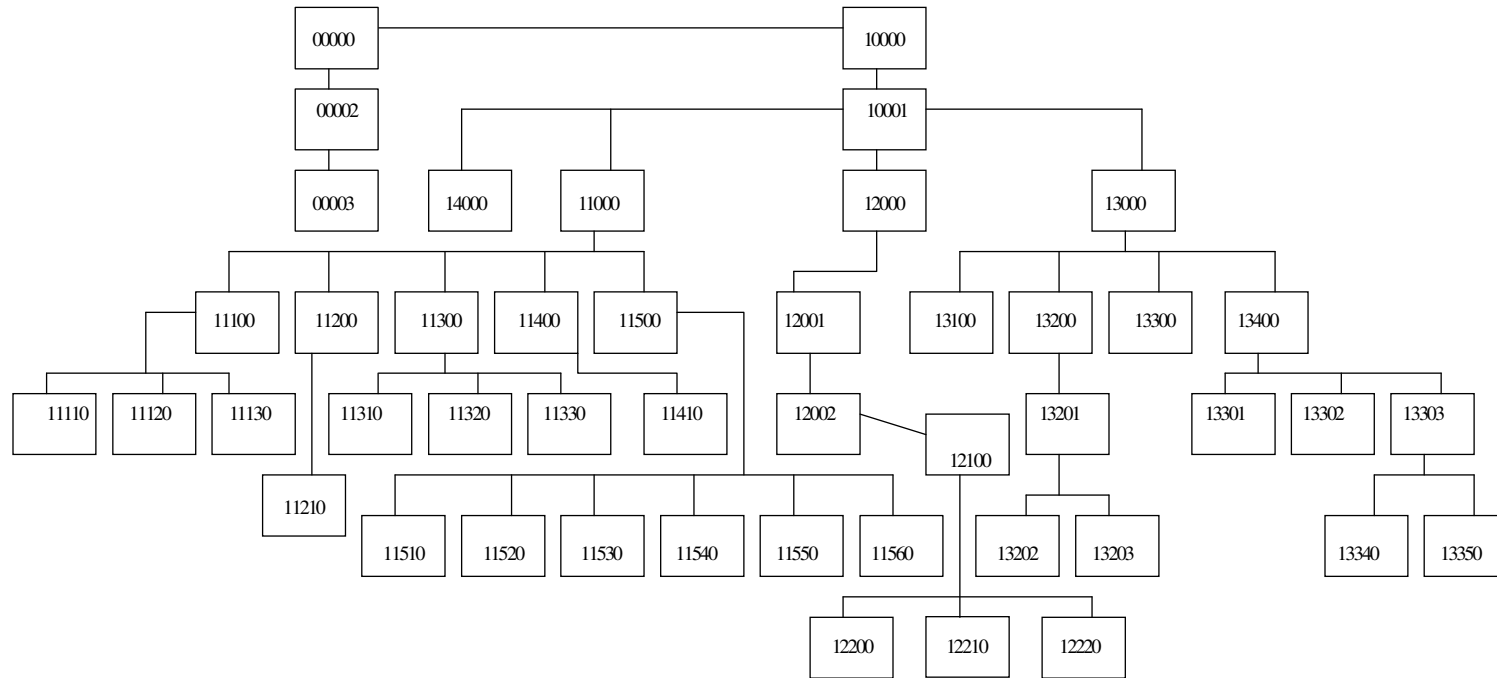
**tx\_14001**

Créditos y agradecimientos

BIBLIOGRAFÍA

- Audesirk, Teresa, et al. Biología, La vida en la Tierra, Sexta edición, Prentice Hall, México 2003.
- Curtis, Helena, et al. Biología, Sexta edición en español, Editorial Médica Panamericana, España 2000.
- Lehninger, Albert, et al, Principios de Bioquímica, Segunda edición, Editorial Omega, Barcelona 1992.
- Purves, William K., et al. Vida. La ciencia de la Biología, Sexta edición, Editorial Médica Panamericana, México.
- Solomón, Eldra P., et al. Biología, Quinta edición. McGraw hill Interamericana, México, 2001.
- Casas, Elsa et al. ¿Cómo se produce y transforma la energía en las células? UNAM, CCH Naucalpan, 2000.
- Voet y Voet, Biochemistry, Second edition, John Wiley & sons Inc. 1982.
- Segel, Irwin, Biochemical calculations, Second edition, John Wiley & sons Inc. 1976.

### DIAGRAMA DE FLUJO DEL INTERACTIVO MULTIMEDIA 'RESPIRACIÓN'



## LISTA MAESTRA DE VIDEOS

**PROYECTO:** Respiración

No. del Video	Nombre del archivo y formato	No. de Sección	Nombre de la sección	Tipo de archivo	Resolución	Tipo de compresión	Fuente	Duración	Descripción
1	vi_00001.vhs	10000	Presentación	Video y fondo musical	Para el video: 320 x 240 pixeles miles de colores	Cinepack Quality 90% Audio en formato wav.	Película "Sistema solar" de Larousse multimedia enciclopédico. Fondo musical: "A day in the life" en fade in. 16 bit estéreo	30:6 seg.	Se realiza un recorrido por el Sistema Solar
2	v_13351.	13350	Energía	Video con locución	Para el video: 384 X 288 pixeles miles de colores	Cinepack Quality 90%	Enciclopedia química sin copyright	39:6 seg.	Es un video que habla de los iones de Cloro y de sodio y de cómo se unen para formar la sal.
3	Vi_13352	13350	Energía	Video con locución	Para el video: 384 x 288 pixeles miles de colores	Cinepack Quality 90%	Enciclopedia química sin copyright	1:35:3 min.	En este video se muestra un experimento sobre la oxidación de varios objetos.

## LISTA MAESTRA DE AUDIO

**PROYECTO:** Respiración

No. De audio	Nombre del archivo y formato	No. de seccion	Nombre de la s	Tipo de archivo	Resolucion en bints y Khz	Tipo de	Fuente	Duracion	Descripcion del audio
1	m_14001.mp3	14000	Salida música de	fondo	estéreo a 16 bits a 22 Khz.	sin compresión	CD: "The Beatles Antología Vol. I	4:24 min. Track 1, completo	Track 1: "Free as bird". (Lennon)
2	m_11501.wav	11500		Música de fondo	estereo a 16 bits a 22 Khz.	sin compresión	CD: Tomita's Greatest hits	60 seg. Track 4. Termina en fade out.	Track 4: "Syncopated clock" (Anderson)