



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

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

**“Diseño Instruccional propuesto por Merrill, como una alternativa constructivista para promover el aprendizaje significativo del tema de Metabolismo: Respiración Celular de Biología III, del plan de Estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades”**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE**

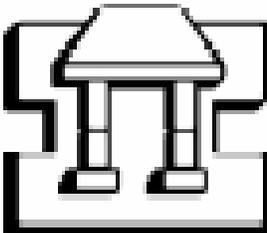
**MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN  
MEDIA SUPERIOR CON LA ESPECIALIDAD EN  
BIOLOGÍA**

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

**Biól. ALEJANDRO ANAYA SOTO**

**Directora de tesis  
Dra. OFELIA CONTRERAS GUTIÉRREZ**

**JULIO 2006**





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**

A mi madre, **María Soto** y mi hermana **Cecilia**

Por seguir siendo mis principales fuentes de apoyo e inspiración.

A mis hermanas **María del Rosario, Mónica y Ana María**

Por su cariño, apoyo y ejemplo y sobre todo por estar siempre conmigo. Por ello y más las admiro y seguiremos adelante.

A mi hermano **Javier Anaya** y cuñado **Alberto Neyra**

Por mantenerse al tanto y decir “Muy bien, ahí la llevamos”.

A mis sobrinos **Mónica Ahydé, Miguel Angel, Mario Alberto, Rodrigo y Cinthya**

Por su cariño, alegría y energía que me motivaron siempre a seguir adelante. “Vamos tío, tú puedes”.

A **Isabel Mondragón Lugos**

Por brindarme en todo momento su confianza, cooperación y entusiasmo, los cuales fueron trascendentales para la realización de este proyecto.

A **Ileana Álvarez, Ivonne Fuentes, Judith Nuñez, Nayeli Hernández y Basilio Ríos**

Porque con su optimismo y dedicación me mostraron que toda meta puede realizarse.

### **A la Universidad Autónoma de México**

Porque desde el bachillerato hasta la maestría me ha formado y también me ha dado la oportunidad de desarrollarme como profesor en el CCH. Muchísimas gracias.

### **A la Dra. Ofelia Contreras Gutiérrez**

Por aportar su valiosa experiencia y conocimientos que enriquecieron cada una de las páginas del presente trabajo. Su profesionalismo y compromiso fueron esenciales para terminar este noble proyecto. Muchísimas gracias por todo.

### **Al Dr. Miguel Monroy, Dr. Sergio Cházaro, M. en C. Irma Dueñas y al Mtro. Eduardo Peñalosa**

Por las aportaciones que le dieron forma a la versión final del presente trabajo y por haberme apoyado en mi formación académica.

### **A la Dra. Patricia Covarrubias, Mtro. Roberto Moreno y la Dra. Norma Navarrete**

Porque me enseñaron que el respeto, la tolerancia y la comprensión son esenciales en la enseñanza. Seguiré su ejemplo.

### **A Angélica Espinosa, Ángel Rivas, Beatriz Cuenca, Joaquín Romero, Gabriela Sánchez, Miguel Rangel, Laura Ortiz, Octavio Pérez, Norma Cambray y Patricia Arellano**

Porque convivimos un sin fin de experiencias y juntos hicimos historia al ser la primera generación MADEMS.

### **Al profesor Héctor Islas y a los Alumnos del CCH Azcapotzalco**

Por permitir aplicar la estrategia y principalmente por su entusiasta participación, sin la cual no se hubiese tenido éxito.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO I. ¿POR QUÉ LOS ALUMNOS NO APRENDEN LA CIENCIA QUE SE LES ENSEÑA?</b>	<b>10</b>
1.1. Aspectos Conceptuales.....	12
1.2. Aspectos Procedimentales.....	17
1.3. Aspectos Actitudinales.....	19
<b>CAPÍTULO II. EL APRENDIZAJE COMO PROCESO CONSTRUCTIVO</b>	<b>25</b>
2.1. Perfil del Profesor.....	28
2.2. Formación y actualización docente.....	32
2.3. Constructivismo y Aprendizaje Significativo.....	39
2.4. Cambio Conceptual.....	46
<b>CAPÍTULO III. PRINCIPALES ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA PARA LA PROMOCIÓN DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO Y DISEÑO INSTRUCCIONAL</b>	<b>52</b>
3.1. Definición y características de las estrategias de enseñanza.....	53
3.2. Aprendizaje por descubrimiento.....	56
3.3. Aprendizaje basada en el uso de problemas.....	57
3.4. Aprendizaje como un proceso de investigación.....	58
3.5. Diseño Instruccional.....	60
3.6. Diseño Instruccional propuesto por Merrill.....	61
<b>CAPÍTULO IV. LA PROPUESTA DE ENSEÑANZA DE BIOLOGÍA III EN EL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES</b>	<b>67</b>
4.1. Proyecto del Colegio de Ciencias y Humanidades.....	68
4.2. Expectativas de aprendizaje del Área de Ciencias Experimentales del CCH.....	69
4.3. Expectativas de aprendizaje de la Biología III en el CCH.....	70
4.4. Estrategia propuesta por el CCH para lograr el aprendizaje de Biología III.....	71
<b>CAPÍTULO V. METODOLOGÍA</b>	<b>74</b>
5.1. Propósito de la investigación.....	75
5.2. Población.....	75
5.3. Material e instrumentos de trabajo.....	75
5.4. Diseño de intervención.....	77

<b>CAPÍTULO VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	81
6.1. Problematización.....	82
6.2. Activación.....	82
6.3. Demostración.....	96
6.4. Aplicación.....	105
6.5. Integración.....	107
6.6. Evaluación de la estrategia.....	111
<b>CONCLUSIONES.....</b>	114
<b>FUENTES CONSULTADAS.....</b>	127
<b>ANEXOS.....</b>	137

## **INTRODUCCIÓN**

El informe 2004-2005 de la Dirección General del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) indica que los alumnos evalúan el desempeño de los profesores del área de Ciencias Experimentales como satisfactorio alto (promedio 8.6), dato que contrasta con el Diagnóstico Institucional 2003 del CCH, que señala que Biología es una de las asignaturas con mayor índice de reprobación, con poco más del 30% de alumnos. Aspecto similar ocurre en todo el país y en Latinoamérica, ya que la mayoría de los estudiantes tienen muchas esperanzas en sus maestros y escuelas, pero aprenden muy poco, así lo demuestran los bajos puntajes obtenidos en las pruebas de ciencias, aplicadas por instituciones internacionales (Reimers, 2003).

Entre las causas que explican la deficiencia de la enseñanza de las ciencias están: currículos con una carga excesiva de contenidos, desfasados y poco relevantes para los estudiantes (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005); escasa aplicación por parte del profesorado de un enfoque constructivista; no considerar las ideas previas de los alumnos, condición necesaria, aunque no suficiente para favorecer un aprendizaje significativo (Campanario y Otero, 2000). Tampoco tienen el objetivo de lograr el cambio conceptual ni de enseñar a aplicar el saber científico a la realidad cotidiana (Rodríguez-Moneo y Aparicio, 2004). Además de estas causas en el CCH encontramos, ausentismo, arbitrariedad en la evaluación, desinterés en la enseñanza y falta de comunicación por parte del profesor. En el alumno se observa una carencia de hábitos de estudio, indiferencia o rechazo a la participación, problemas familiares y de salud entre otras (Lora, 2005).

Esta crisis en la enseñanza requiere soluciones y una alternativa que promueva el aprendizaje significativo y ayude a lograr el cambio conceptual a partir de las ideas previas, es la teoría del Diseño Instruccional propuesta por Merrill (2002). Estrategia que coincide con la metodología planteada por el programa indicativo de Biología III del CCH, pues sugiere promover la reconstrucción significativa del conocimiento a través de un circuito de preguntas-respuestas-contrastación de explicaciones y así ir de las preconcepciones al conocimiento formal.

En el presente trabajo se aplicó cada una de las fases del Diseño Instruccional (Problematización, Activación de experiencias previas, Demostración, Aplicación e Integración) para lograr el aprendizaje significativo del tema de Catabolismo: Respiración Celular de la primera unidad ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo? del programa de Biología III del CCH. Tema que en los alumnos presenta la dificultad de imaginarse y comprender cada una de las reacciones químicas que participan en todo el proceso oxidativo de una molécula de glucosa (glucólisis y respiración celular).

La aplicación de la estrategia se realizó a un grupo de quinto semestre durante el ciclo escolar 2006-1 en el CCH Azcapotzalco.

La estrategia comenzó con la lectura de una nota periodística que trata la muerte de un jugador de fútbol americano profesional del equipo de los 49 de San Francisco de la liga de los EUA, quien falleció 3 horas después del partido. Se le cuestionó las causas del fallecimiento y si se pudo haber prevenido tal suceso.

En la fase de Activación expresaron sus ideas previas del suceso, las cuales fueron contrastadas por ellos mismos.

La fase de Demostración consistió en una serie de actividades; a) lectura del artículo "Deporte y dopaje" para que a partir de ahí realizaran un mapa conceptual,

b) explicaron nuevamente las causas del suceso, así como mencionar si se pudo haber evitado y c) revisión de un software interactivo que mostró las reacciones metabólicas de la glucólisis y respiración celular. Al final del mismo aparece un cuestionario de relación de columnas, que junto con una sopa de letras conteniendo preguntas de dichas rutas metabólicas y un ejercicio de rendimiento energético de una molécula de glucosa conformaron la fase de Aplicación.

La estrategia finalizó con la fase de Integración y que consistió en pedirles a los alumnos que leyesen el artículo “La preparación del atleta olímpico” para que a partir de éste y en equipo realizaran un mapa conceptual.

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

En cuanto a las actividades llevadas a cabo en la fase de aplicación, éstas fueron realizadas con éxito, teniéndose un 90% de eficiencia en su resolución.

Estos resultados permiten concluir que es necesario considerar las ideas previas para lograr el aprendizaje significativo, ya que la muerte del jugador fue lo suficientemente sustantivo para ser relacionado con estas ideas a su estructura cognitiva, como así lo expresó un alumno *“si, porque fue un caso que pasó actualmente y nosotros averiguamos la causa de su muerte y dimos una solución aparte de aprender mejor”*.

Se logró el cambio conceptual, es decir un progreso de sus ideas previas a explicaciones más coherentes y científicas, de ideas implícitas a explícitas como lo apreciamos en la afirmación *“el dopaje afectó el metabolismo y por ende la velocidad de los procesos respiratorio y circulatorio alterándose las reacciones de la respiración celular ocasionando con ello la muerte del jugador”*.

Además la aplicación de la estrategia aumentó el poder en la resolución de los ejercicios, como la sopa de letras, lo que permite concluir dos cosas importantes, una que no se requiere un pensamiento formal desarrollado para la comprensión del metabolismo y que al contrario tenemos que fomentarlo a partir de contextos generales, para de aquí abordar los conocimientos específicos.

El trabajo está dividido en cinco capítulos y tres apartados (conclusiones, fuentes consultadas y anexos).

El primer capítulo, analiza los aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales que ocasionan el desinterés y una actitud pasiva en los alumnos por el aprendizaje de las ciencias y que nos hacen ver que es necesario aplicar nuevos planteamientos curriculares con una orientación constructivista donde los alumnos construyen sus propios conocimientos y habilidades y manifiestan una actitud favorable a la realización de aprendizajes significativos. Por ello, en el capítulo dos, se examinan las ideas básicas del constructivismo, señalando antes las diferentes competencias que deben tener los profesores para ponerlo en práctica y que no serán posibles si no se apoya su desarrollo profesional y no son tomados en cuenta en la planeación de los programas.

Una vez analizadas las ideas básicas del constructivismo, en el capítulo tres se revisan enfoques constructivistas que promueven el aprendizaje significativo, pero que a diferencia del Diseño Instruccional de Merrill (2002), éste desarrolla estructuras conceptuales más complejas para abordar un tema, principal razón por la que se consideró aplicar esta estrategia.

El Diseño Instruccional coincide con la propuesta metodológica del programa indicativo del CCH, el cual es analizado en el cuarto capítulo.

El quinto capítulo explica la metodología empleada. Mientras que en el sexto mostramos los resultados y el análisis de datos, que fueron agrupados dependiendo de la fase del Diseño Instruccional y de las actividades realizadas por los alumnos.

En el primer apartado, se expresan las conclusiones a las que se llegaron, así como algunas líneas de investigación que se proponen. De las principales conclusiones podemos decir que el Diseño Instruccional de Merrill, favorece en los alumnos el aprendizaje significativo y cambio conceptual, para lo cual es necesario conocer sus ideas previas de un problema de la vida cotidiana y a partir de ellas el profesor los ayude a redescubrir, explicitar y reestructurarlas, es decir, el alumno no construye el conocimiento en solitario sino gracias a la mediación del profesor, quien es el factor esencial en promover la motivación intrínseca del aprendizaje, pues lo lleva a comprender lo que estudia y posiblemente a seguir interesado por la ciencia aún después de aprobar, y que de una u otra forma también coadyuve en la solución de la crisis de la enseñanza de la ciencia.

En el segundo y tercer apartado, se citan las referencias bibliográficas consultadas y un anexo que contiene los ejercicios que realizaron los alumnos en cada fase del Diseño Instruccional.

## **CAPÍTULO I**

### **¿POR QUÉ LOS ALUMNOS NO APRENDEN LA CIENCIA QUE SE LES ENSEÑA?**

- 1.1. Aspectos Conceptuales
- 1.2. Aspectos Procedimentales
- 1.3. Aspectos Actitudinales

## ¿POR QUÉ LOS ALUMNOS NO APRENDEN LA CIENCIA QUE SE LES ENSEÑA?

En este siglo XXI nos encontramos en una sociedad que depende cada vez más de los avances científicos y tecnológicos. El acelerado desarrollo de la ciencia y particularmente la tecnología afectan el sistema productivo y nuestra vida cotidiana (Cajas, 2001, Carretero, 1993 y Suárez, 1996).

Así tenemos que en este mundo globalizado y con la ayuda de la tecnología es posible transferir millonarias cantidades de dinero, contar con más de 200 satélites artificiales alrededor del planeta y que transfieren instantáneamente una inmensa cantidad de información (Giddens, 1999), la cual podemos almacenarla en una lap top o en discos compactos ya sea en formato normal, mp3 (Moreno, 2002) o en la memoria USB; modernizar los celulares a una velocidad vertiginosa, teniendo diversos usos como agendas electrónicas, cámaras fotográficas y de video.

Cabe destacar la omnipresencia de la televisión, pues a través de la pantalla uno puede ponerse en comunicación y recorrer los lugares más recónditos, conocer las culturas más exóticas y las creaciones intelectuales más diversas y novedosas (Pozo y Gómez Crespo, 1999), ante la contemplación pasiva de la mayoría de nosotros; y aún más, el mercado, el cine, el teatro, el espectáculo y la ciencia la podemos tener en casa ¿Para qué salir a la calle? (Pérez Gómez, 1999).

Así mismo, no hay día en donde la televisión, el periódico, la radio, el internet y otros medios nos den una noticia referente a temas científicos o lo último en tecnología, que a su vez nos susciten preguntas y en ocasiones temores, por ejemplo ¿es malo comer alimentos transgénicos?, ¿en qué me afecta el agujero de la capa de ozono?, ¿cómo debemos actuar ante la caza insensible de las focas en Canadá?, ¿cómo puedo evitar padecer cáncer, SIDA o diabetes?.

La ciencia encuentra también su lugar en la enseñanza obligatoria desde la infancia y en todos los países (Giordan y de Vecchi, 1988), lo que supone reconocer su función social y su contribución al desarrollo de las capacidades que facilitan la construcción personal de todo individuo (Martín-Díaz, 2002).

Junto a esta creciente importancia concedida a la educación científica, nos encontramos, sin embargo, con un grave fracaso en el logro de la enseñanza de la ciencia (Maiztegui, *et al.*, 2000), acompañado de un continuo descenso en la matrícula estudiantil de las carreras científicas, una creciente falsa imagen de la ciencia, una escasa alfabetización científica y tecnológica de la mayor parte de la población y una percepción de que la ciencia es difícil, aburrida, e irrelevante (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005), lo que provoca una falta de motivación y desinterés por su aprendizaje (Pozo y Gómez Crespo, 1999).

La escasa alfabetización científica de la mayor parte de la población se evidencia en casi todos los países de América Latina, así lo demuestran las diferentes pruebas de evaluación que ponen de manifiesto que entre el 40 y el 50% del alumnado no alcanzan los conocimientos mínimos que los sistemas educativos prometen (Braslavsky, 1999 y Reimers, 2003).

Estos decepcionantes resultados, que afectan a todos los niveles escolares se han convertido en un motivo de seria preocupación que no puede justificarse con explicaciones simplistas, basadas, por ejemplo, en una supuesta "incapacidad" de

la mayoría de los estudiantes, sino que ponen en evidencia graves deficiencias de la enseñanza como se han venido señalando desde hace tiempo (Gil y Pessoa de Carvalho, 2000, Maiztegui, *et al.*, 2000 y Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1998).

Dentro de estas deficiencias podemos mencionar la inadecuada estructura de los currículos (Pozo y Gómez Crespo, 1999), las concepciones del profesorado (Vázquez y Manassero, 1999) y una falta de dominio y actualización de los profesores con respecto a los contenidos escolares (Weissmann, 2000).

En cuanto a los currículos de ciencias, éstos apenas han cambiado sus formatos, metas, contenidos y métodos de evaluación, provocando un desajuste entre la ciencia que se enseña y las demandas formativas de los alumnos (Pozo y Gómez Crespo, 1999). Con respecto a las concepciones del profesorado, se mantiene la idea de que la enseñanza es la transmisión del conocimiento conceptual y, por consiguiente un buen profesor es aquél que posee dominio de contenidos y es capaz de transmitirlos eficazmente, por lo que el éxito o fracaso del aprendizaje depende del estudiante (González, Rodríguez y Piñeiro, 2002). Así que el alumno es un receptor pasivo (Sánchez y Valcárcel, 2000), ignorando sus ideas previas y participación activa (Pope y Gilbert, 1997).

Pero uno de los principales obstáculos en la enseñanza de las ciencias es que cada vez hay más profesores carentes de conocimientos en su área de estudio (Weissmann, 2000). Situación que se presenta en el CCH Naucalpan según lo afirma Lora (2005). Lo lamentable es que este tipo de profesor (y de las autoridades) no perciba la importancia de la labor docente en la formación integral de los alumnos (Weissmann, 2000).

En este capítulo veremos cómo a partir de estas deficiencias (inadecuada estructura del currículo, concepciones del profesorado y la falta de conocimientos de la materia) los alumnos adquieren una serie de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales erróneos, y que se reflejan en una auténtica crisis en la enseñanza de las ciencias.

## **1.1 ASPECTOS CONCEPTUALES**

Los contenidos, objeto de la enseñanza y aprendizaje en las asignaturas, se agrupan en: conceptuales, procedimentales y actitudinales (Colegio de Ciencias y Humanidades, 2006). Dentro de los conocimientos conceptuales, comenzaremos diciendo que uno de los grandes problemas al que se enfrenta la enseñanza de la ciencia es la existencia en los alumnos de fuertes conceptos erróneos, que son tan persistentes que apenas se modifican tras largos años de instrucción científica (Bello, 2004, Carretero, 1993 y Pozo y Gómez Crespo, 1999), de hecho se ha observado que no existe gran diferencia entre las concepciones de niños que no han abordado jamás el aparato digestivo y las de los sujetos de mayor edad que lo trataron una, dos, tres e incluso hasta cuatro veces (Giordan y de Vecchi, 1988). Esto nos indica que efectivamente los profesores no logran en sus alumnos un aprendizaje significativo y se sostiene que la verbalización y la memorización son los aspectos que más se promueven en las aulas (Calixto, 2004).

Además, las creencias de los alumnos pueden no concordar con lo que dicen los exámenes o con las afirmaciones que aceptan en clase. Por citar un ejemplo,

unos estudiantes de medicina que han adquirido conocimientos acerca de la selección natural creen todavía que el color de la piel de una familia cambia en una o dos generaciones si se desplazasen a un clima diferente (White, 1999).

Otros ejemplos al respecto señalan que:

Sobre las características de los seres vivos:

- a) Es común que identifiquen al ser vivo como animal y además asociarlo fundamentalmente al movimiento (de Manuel y Grau, 1996).
- b) Es poco frecuente considerar al ser humano como animal (de Manuel y Grau 1996).

Sobre la respiración:

- a) El oxígeno purifica la sangre (Flores, *et al.*, 2001).
- b) La respiración es un intercambio de gases (Flores, *et al.*, 2001).
- c) Los peces son anaerobios (de Manuel y Grau, 1996).
- d) Los organismos unicelulares respiran anaeróticamente porque son sencillos (Flores, *et al.*, 2001).
- e) Es frecuente que los alumnos piensen que las plantas respiran de noche y en el día realicen la fotosíntesis (de Manuel y Grau, 1996 y Flores, *et al.*, 2001).

Sobre la nutrición de las plantas:

- a) La fotosíntesis es un intercambio de gases (Flores, *et al.*, 2001).
- b) La fase oscura de la fotosíntesis se realiza en la noche, durante ésta se libera oxígeno (Flores, *et al.*, 2001).
- c) Las hojas toman los nutrientes que necesitan las plantas (Flores, *et al.*, 2001).
- d) Las plantas absorben proteínas y vitaminas del suelo, por lo que hay que echar abono al suelo para que las plantas coman (de Manuel y Grau, 1996).

Sobre la nutrición de los animales:

- a) Las vitaminas son nutrientes que proporcionan energía (Flores, *et al.*, 2001).
- b) Los hongos son organismos autótrofos (Flores, *et al.*, 2001).

Sobre reproducción:

- a) La reproducción sexual implica necesariamente relación sexual (Flores, *et al.*, 2001).
- b) Los peces se reproducen asexualmente.
- c) Las plantas se reproducen asexualmente porque no hay contacto entre ellas (Flores, *et al.*, 2001).

Sobre genética:

- a) Es persistente la idea de que el tamaño de los organismos es una consecuencia del tamaño de sus células (Flores, *et al.*, 2001).
- b) Es común que el ADN se diga que es “elemento básico”, “molécula básica”, “célula básica”, lo que demuestra la confusión entre los términos elemento, molécula y célula (Giordan y de Vecchi, 1988).
- c) Es frecuente dar una asociación entre las características de las niñas con sus madres, así como entre los hijos y sus padres (de Manuel y Grau, 1996).

Sobre ecología:

- a) El depredador es más fuerte, rápido y más adaptado (de Manuel y Grau, 1996).
- b) El medio es una respuesta a las necesidades propias y específicas de cada organismo (de Manuel y Grau 1996).

Sobre evolución:

- a) El 80% de los alumnos cree en la generación espontánea de los microbios (Giordan y de Vecchi, 1988).
- b) Se mantienen entre el alumnado que el mecanismo evolutivo se basa en una mezcla de necesidad de uso y desuso (de Manuel y Grau, 1996).
- c) El hombre desciende del mono.

Pozo (1991) citado por de Manuel y Grau (1996), clasifica los diferentes orígenes de éstas concepciones:

- a) Origen Sensorial; concepciones espontáneas generadas por la percepción de fenómenos procesos y observaciones realizadas a lo largo de la vida cotidiana, por ejemplo, pensar que los microorganismos y gusanos provienen de la carne que se está descomponiendo. En mi experiencia docente he observado que en algunos alumnos persiste esta idea aún después de haber analizado los experimentos de Redi y Pasteur que dieron los elementos para rechazar la idea de la generación espontánea.
- b) Origen social; concepciones inducidas aparecen por la influencia del entorno social y cultural inmediato del alumnado. Dicho entorno no se limita a la familia y a la escuela, sino que también incluye a los medios de comunicación principalmente a la televisión que nos da una información fragmentada, deformada y en formatos atractivos (Pozo y Gómez Crespo, 1999). Por ejemplo, al tratar de ver los temas de la extinción de los dinosaurios en clase, la información está tan deformada en la televisión y el cine que siempre nos han mostrado que el hombre y los dinosaurios habitaron al mismo tiempo el planeta, recordemos que el ser humano apareció miles de años después de la extinción de estos animales. Por otro lado, somos constantemente bombardeados de información que convertido en saturación incomprensible, más que abrir posibilidades de desarrollo y toma de decisiones autónomas e informadas, nos sumerge en la incertidumbre y en la ansiedad de la desprotección (Pérez Gómez, 1999).

Dentro del contexto cultural tenemos que el lenguaje cotidiano interfiere con el científico, porque decir síntesis de proteínas no significa hacer más pequeñas a las proteínas y adaptarse a las circunstancias tiene un significado muy diferente al biológico. La ciencia emplea sustantivos abstractos derivados de verbos, precipitación y filtración por citar dos ejemplos. Al no emplear el sujeto da la impresión de que la ciencia no fuera resultado de de la labor humana, "... se calienta el matraz". Fayebarend (1975) citado por Gómez-Moliné y Sanmartí (2000), compara unos textos de Galileo, en los que describe su invento del telescopio y sus primeras observaciones de la Luna, con otro de Master y Johnson sobre sexualidad humana, y observa cómo, mientras el primero es un encantador relato personal, el segundo texto utiliza un lenguaje indirecto desprovisto de carga

emocional, que no se entiende a menos de ser especialista en el tema, aunque el texto se refiera a algo que el lector ya conoce.

Se han hecho análisis de los errores conceptuales presentes en los textos escolares (Gil y de Guzmán, 1994), los cuales suelen mostrar a la ciencia y los procesos científicos de una manera dogmática. Según este punto de vista, la observación es el criterio básico de validez del conocimiento científico. Por ejemplo, muchos libros citan explícitamente un supuesto método científico general cuyas etapas son: observación, formulación de una hipótesis, comprobación experimental de dicha hipótesis (Campanario, 2001). Esta visión estática la observamos también en artículos que hablan acerca de este tema, un ejemplo de ello, es el artículo “La ciencia y su difusión” de Estrada (1992: 18), “La ciencia se caracteriza por el procedimiento que se sigue para construirla, y éste es conocido como el método científico. Lo importante de este procedimiento es que nos da una forma sistemática de plantear problemas de formular alternativas para resolverlos, de probar soluciones y llegar a conclusiones firmes”.

Asimismo, el contenido de los libros de texto favorece que los alumnos difícilmente erradiquen sus conceptos erróneos, porque los aceptan como tal por provenir de fuentes “autorizadas” (Hernández, 1996); es común escuchar a los alumnos decir “pues así decía el libro”. También encontramos que la mayoría de los libros de texto contienen una serie de capítulos con información descontextualizada o bien en cada capítulo se encuentra la información correspondiente al tema olvidando el contexto histórico. Al final de cada capítulo, vienen una serie de preguntas para verificar lo “aprendido”, la mayoría de ellas son de tipo memorístico o bien se plantean varios problemas que el alumno ha de resolver, sin embargo, son problemas que no tienen una relación con la vida real del alumno, provocando una apatía a su resolución, además a lo largo del capítulo no vienen planteadas las diferentes formas y estrategias por las que éste ha sido interpretado o explicado. Otras veces son los esquemas de textos los que inducen a errores conceptuales, por ejemplo, esquemas de la fotosíntesis representando una hoja donde entran y salen gases (de Manuel y Grau, 1996). De ahí que, los libros de texto sean productos estereotipados y en muchos de los casos deficientes (Gimeno, 1995).

- c) Cuando se plantean tareas en áreas de conocimiento específico, el alumno al no disponer de ideas específicas acostumbra a desarrollar analogías con ideas o esquemas de conocimientos provenientes de otras áreas que le ayudan a comprender e interpretar la nueva situación (de Manuel y Grau, 1996).

Los alumnos poseen una serie de conocimientos erróneos que van construyendo mediante la interacción con su medio tanto natural como social y que van conformando explicaciones sobre la realidad de manera coherente, lo que hace que puedan persistir aún después de la enseñanza (Rayas, 2004).

Aunado a ésta problemática y en algunos casos como origen de ella, se sabe que el profesor tiene concepciones (ideas, actitudes y comportamientos) sobre la

enseñanza y que son fruto principalmente de su experiencia como estudiante o/y a lo largo de su formación inicial y, que se adquieren de forma no reflexiva, razón por la que, generalmente, escapan a la crítica, ejerciendo una notable incidencia en su labor docente (Moreno y Ferreira, 2004 y Maiztegui, *et al.*, 2000).

Dentro estas concepciones de los profesores podemos mencionar:

- a) Concepción dogmática de la ciencia, que el profesor la ve como una colección de leyes que se cumplen con precisión e infalibilidad absolutas, lo que crea es una imagen del conocimiento científico exacto, infalible e inmutable, entonces exigirá respuestas exactas en los exámenes, no permitirá en los ensayos ideas que contradigan a esas leyes, o descalificará todo mapa conceptual que no mantenga dicha precisión. Es decir el acriticismo se hace presente, impidiendo el escrutinio de todas las ideas, y si en cambio fortalecer la idea de no intentar encontrar respuestas propias y aceptar las del profesor y el libro de texto (Vázquez y Manassero, 1999). La ciencia se presenta como autorizada, y de ahí, hay sólo un pequeño paso para llegar a ser autoritaria (Lemke, 1997).
- b) Concepción acumulativa de la ciencia que señala que el conocimiento científico crece exclusivamente como una acumulación de conocimientos y en forma lineal ignorando la evolución histórica real que ha tenido, entonces, el profesor lo único que hará muy eficientemente es cubrir el temario sin haber realizado un escrutinio de las ideas (Vázquez y Manassero, 1999).
- c) Concepción estática de la ciencia, presenta los conocimientos como acabados, en la que el alumno desconoce los procedimientos que se llevaron a cabo para llegar a esos conocimientos y que esos mismos se han convertido en paradigmas refutados una y otra vez, transmitiendo los conceptos a manera de “recitaciones” y que el estudiante tiene que aprender y reproducir en exámenes u otros instrumentos de evaluación (Vázquez y Manassero, 1999).
- d) Concepción de la enseñanza de la ciencia como una actividad centrada en la explicación del profesor, con los contenidos como eje director de la dinámica de la clase. Inclusive, las aulas siguen siendo en su mayoría espacios físicamente diseñados para recibir el conocimiento de una sola fuente o dirección. Más aún, los alumnos consideran que la interacción entre compañeros es una actividad secundaria frente a quien transmite el verdadero saber, el profesor (Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1998).

No sólo tenemos estas concepciones, pareciera también ser que los profesores consideramos a los alumnos como si su mentes fuesen receptáculos vacíos en los que hay que colocar el conocimiento científico que nada significan para ellos, comportándose como receptores pasivos del conocimiento (Pope y Gilbert, 1997); el interés general se concentra en obtener una nota aprobatoria que satisfaga las aspiraciones de sus padres o que represente un pase para matricularse al próximo curso o para aspirar a la universidad.

Además de considerar a los alumnos como tabla rasa, se siguen empleando los mismos métodos rígidos, en donde se depende básicamente de libros de texto y de una transmisión oral. Para muchos estudiantes, este tipo de clases se

convierten en clases de vocabulario que dan una imagen poco activa y atractiva a la ciencia. Por ejemplo, es frecuente que los estudiantes se esfuercen por memorizar un listado de conceptos que tienen poco o nulo significado para ellos (Campanario, 2003).

En síntesis vemos que la enseñanza de la ciencia consiste en la mayoría de las aulas en una transmisión de conocimientos (González, Rodríguez y Piñero, 2002), que da una imagen poco real de la actividad científica enunciando que la ciencia se caracteriza por tener un desarrollo progresivo, acumulativo y lineal, y que los conocimientos que se enseñan son hechos acabados y verdaderos, sin presentar una idea clara del proceso de producción del conocimiento científico y de los errores que los expertos en ciencia enfrentan para llegar a la construcción de una teoría. De esta manera, la mayoría de los profesores tienen una concepción positivista sobre la naturaleza y la producción del conocimiento científico (Gil y de Guzmán, 1994, Novak, 1997 y Pozo y Gómez Crespo, 1999).

Pero los alumnos no únicamente encuentran dificultades en los contenidos conceptuales, sino también, como lo veremos en el siguiente apartado, las tiene en el uso de estrategias de razonamiento y solución de problemas propios del quehacer científico (Pozo y Gómez Crespo, 1999).

## **1.2 ASPECTOS PROCEDIMENTALES**

El segundo contenido que se intenta enseñar en los currículos es el procedimental, definido como conjunto de acciones ordenadas a la consecución de una meta. En estos contenidos también caben bajo la denominación de destreza, técnicas o estrategias. Es por lo tanto un contenido escolar práctico, objeto de planificación e intervención educativa (Díaz-Barriga y Hernández, 2001 y Pro, 1998).

Algunos ejemplos de los contenidos procedimentales son la elaboración de resúmenes, ensayos o gráficas estadísticas, elaboración de mapas conceptuales, uso correcto de algún aparato como el microscopio (Díaz-Barriga y Hernández, 2001) y otras habilidades que los alumnos realizan para dar solución a los problemas prácticos desde sus propios recursos de destrezas y conceptos sin recetas de un guión o del profesor (Pro, 1998). El aprendizaje de los procedimientos, implica un proceso gradual, mediante la participación guiada y con la asistencia continua, pero paulatinamente decreciente del profesor (Díaz-Barriga y Hernández, 2001).

El aprendizaje de los contenidos procedimentales no es por casualidad, ni es independiente de los conceptuales, ni es nuevo en la enseñanza, ni se limitan a la observación o a la medición (Pro, 1998). Por el contrario, su aprendizaje requiere un conocimiento conceptual estructurado con el objeto de que los alumnos adquieran una serie de habilidades de investigación, de destrezas comunicativas y cognitivas, entre otras y que posiblemente sean generadoras de una mayor cantidad de conocimientos y de aprendizaje (Pro, 1998 y Rodríguez-Moneo y Aparicio, 2004). Sin embargo, un buen porcentaje de alumnos termina su bachillerato sin saber:

- a) Elaborar una gráfica.

- b) Observar al microscopio (Pozo y Gómez Crespo, 1999).
- c) Manipular material de laboratorio (Gil y de Guzmán, 1994), e incluso sin saber qué es una caja de petri.
- d) Identificar argumentos significativos y organizarlos, de manera coherente (Sardà, y Sanmartí, 2000).
- e) Interpretar un resultado (Rodríguez-Moneo y Aparicio, 2004).

O bien los alumnos, a menudo, aprenden procedimientos sin sentido, adquieren distintas destrezas para poder hacer desarrollos matemáticos sin saber en realidad que están haciendo (Rodríguez-Moneo y Aparicio, 2004) y cuando abordan el análisis de problemas científicos utilizan estrategias de razonamiento y metodológicos superficiales (Campanario y Moya, 1999).

Ante ello, les argumentamos que la ciencia es inherentemente mucho más compleja y difícil que las otras materias, de tal manera que nunca la entenderán (Lemke, 1997), por lo que no tienen que preocuparse. Lo que realmente sucede es que los alumnos no adquieren una serie de conceptos procedimentales debido a que no se les enseña a aprender a aprender, más bien se les enseña de forma mecánica y acrítica, potenciando muy poco su ejecución autónoma (Boadas, s/a). Además, se ha demostrado que los alumnos aprenden procedimientos como una sucesión lineal de pasos carente de estructura lo que determina, entre otras cosas, que este tipo de conocimientos aprendidos en la escuela sean tan poco usados en la vida cotidiana (Rodríguez-Moneo y Aparicio, 2004).

A continuación veremos diferentes concepciones que no permiten el desarrollo de habilidades de tipo científico.

La concepción inductivista señala que los datos obtenidos de la observación y experimentación, neutros, incontaminados y absolutos, permiten, por inducción, establecer las leyes que forman el conocimiento científico (Vázquez y Manassero, 1999). Esta concepción, como ya se señaló predomina en los profesores, por lo que la generación de ideas e hipótesis es ignorada, es decir no permitimos la confrontación ni la refutación de las ideas de los alumnos y por ende en la construcción del conocimiento del alumno.

La segunda concepción muy extendida es la visión algorítmica de la metodología científica, que señala que existe un solo método válido para llegar al conocimiento y que consiste en la repetición mecánica de una serie de pasos prefijados. Esta concepción ignora la existencia de múltiples vías de acceso al conocimiento científico (Vázquez y Manassero, 1999). Por lo que, la mayoría de los maestros cometemos un grave error, creemos que contemplamos los conceptos procedimentales al presentarles una exposición de teorías, seguidas de experimentos y demostraciones que las refuerzan. Lo que realmente estamos haciendo es realizar una práctica de laboratorio con resultados esperados, y si no llegase a ellos, argumentamos que fueron por la baja calidad de los reactivos y aparatos o bien porque no hicieron los pasos correctamente. También en dichas prácticas es común observar que los alumnos siguen a menudo los pasos de un determinado procedimiento sin saber cuál es su sentido ni en qué circunstancia resulta adecuado (Boadas, s/a), de aquí que las prácticas de laboratorio no sean un medio eficiente para lograr la comprensión al fenómeno a estudiar, y además

se refuerza la idea de que el conocimiento científico se logró a través de una receta.

Como ya se mencionó, se observa que en muchas ocasiones las estrategias metacognitivas de los alumnos son muy deficientes, de manera que no siempre son capaces de identificar sus dificultades como problemas de comprensión, es decir no saben que no saben (Campanario y Moya, 1999). Este escaso control metacognitivo se reduce a la identificación del ejercicio y a seguir de forma algorítmica los pasos que ha realizado en ejercicios similares y así llegar a la solución correcta. Por lo que el problema se convierte en un ejercicio rutinario.

Para evitar esto, el profesor tiene que saber formular, con relación a los objetivos y contenidos de enseñanza, una serie de metaconocimientos, un conjunto de procedimientos generales y una serie de valores básicos que sirvan de referente continuo para el proceso de enseñanza y de aprendizaje, y elaborar tramas de contenido que relacionen la información procedente de las disciplinas científicas y problemas reales, relevantes e interesantes para los alumnos. (Sánchez y Valcárcel, 2000), ya que mientras no se encuentre utilidad del conocimiento científico, el interés por adquirirlo será muy limitado (Estrada, 1992). Es decir, es preciso buscar una relación con la vida cotidiana de los alumnos y mostrarles la funcionalidad del aprendizaje, aspecto necesario si se quiere lograr una alfabetización científica, donde los alumnos se den cuenta de que lo visto en la escuela es necesario para tomar decisiones en su vida cotidiana, más o menos relacionadas con los grandes problemas sociales, desde saber leer un plano y orientarse cuando se encuentra en el campo, a temas relacionadas con la alimentación (¿es bueno o no tomar alimentos transgénicos?) (Martín-Díaz, 2002), con su desarrollo (¿es conveniente consumir anabólicos para desarrollarme mejor?), en su salud (¿en qué me afecta si mi pongo un percing en la lengua?), otros temas, como por ejemplo, ¿por qué invertir el dinero de los impuestos en la investigación?, ¿tiene caso crear reservas ecológicas, y que no pueda visitarlas?.

El aprendizaje de conocimientos fragmentados, memorístico y sin sentido, distanciado de los problemas reales no sólo limita su utilidad y aplicabilidad por parte de los alumnos (Pozo y Gómez Crespo, 1999), sino también provoca aburrimiento, desidia y hasta fobia al aprendizaje (Pérez Gómez, 1999). A continuación expondremos algunos de los aspectos actitudinales que tienden a mostrar los alumnos con respecto al aprendizaje de la ciencia.

### **1.3 ASPECTOS ACTITUDINALES**

De los tres tipos de contenidos que articulan el currículo (conceptuales, procedimentales y actitudinales), las actitudes son posiblemente el contenido más difícil de abordar para muchos profesores y que paradójicamente es al que hacen más referencia cuando se les pregunta por los problemas de su labor docente, a lo cual contestan que los alumnos muestran un desinterés por la ciencia y su aprendizaje (Pozo y Gómez Crespo, 1999). Como lo señala Lemke, (1997) “no sólo enseñamos ciencias, sino además comunicamos, frecuentemente sin darnos cuenta, un conjunto de actitudes dañinas acerca de la ciencia”.

Dentro de las actitudes que hemos transmitido a los estudiantes de forma deliberada o de forma implícita encontramos las siguientes:

- a) Aprender ciencia consiste en repetir de la mejor forma posible lo que explica el profesor en clase (Pozo y Gómez Crespo, 1999).
- b) El científico es como un viejo re-estricto, con anteojos, un tipo aislado, encerrado, metido ahí en lo que hace, siempre con un microscopio o algún aparato (Mengascini, *et al.*, 2004).
- c) Para aprender ciencia es mejor no intentar encontrar tus propias respuestas, sino aceptar lo que dice su profesor y el libro de texto, porque están basados en el método científico (Pozo y Gómez Crespo, 1999).
- d) Suponer artificial y engañosamente que la ciencia permanece de alguna manera fuera del mundo de la experiencia humana, en vez de ser una parte especializada del mismo (Lemke, 1997).
- e) La ciencia es negativa, difícil y aburrida y, al mismo tiempo, se puede percibir la ciencia y tecnología como responsables de los más graves problemas medioambientales y sociales (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005).
- f) El alumnado, en términos generales, está bastante desmotivado por la ciencia dado que es un área que supone un serio esfuerzo de comprensión que no siempre se produce (Lemke, 1997).

La enseñanza de las ciencias de tipo tradicional recurre poco a la curiosidad natural de los estudiantes y les deja la impresión que son incapaces de comprenderla. Si no se refleja una actitud favorable hacia la ciencia, los alumnos la percibirán y asumirán una actitud semejante. (García y Calixto, 1999). Aunque también debemos reconocer que los currículos excesivamente cargados de contenidos conceptuales desfasados y poco relevantes, difíciles y aburridos, desconectados de la experiencia de los alumnos, profesorado han fortalecido las actitudes anteriormente mencionadas.

Cabe destacar que para la mayoría de los profesores, el concepto de actitud se relaciona implícita y comúnmente con la disposición de los estudiantes hacia el aprendizaje e interés por la ciencia, en la motivación hacia su estudio, en el agrado y la buena disponibilidad que demuestran, en su puntualidad, en el cumplimiento de las tareas escolares y la atención en clase (Vázquez y Manassero, 1995). Desde esta perspectiva, la actitud tiene un componente conductual (formas de comportamiento), un componente afectivo (preferencia y rechazos) y componente cognitivo (conocimientos y creencias). Aunque esta perspectiva de identificar actitud con interés del estudiante por aprender ciencia constituye un reduccionismo conceptual debido a que excluye a otras actitudes (Vázquez y Manassero, 1997).

A continuación, analizaremos algunas investigaciones que se han realizado sobre las actitudes hacia la ciencia, desde la perspectiva de la psicología social y desde el punto de vista metodológico, y que nos demuestran que los profesores somos los principales responsables de las actitudes positivas o negativas de la ciencia.

Desde la perspectiva de la psicología social, comenzaremos diciendo que el sexo del alumnado es una de las principales variables estudiadas, se ha

registrado, en general, que los jóvenes están más interesados en las ciencias que las mujeres, los hombres se dirigen hacia las ciencias físicas y las mujeres hacen lo propio con los temas biológicos (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005).

Otro aspecto a considerarse es que el desinterés en el estudio de las ciencias decrece con la edad de los alumnos, excepto en biología que crece el interés (Gimeno, 1995 y Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005). Parece paradójico, porque por un lado, el alumno posee mayor capacidad cognitiva que en edades anteriores y ha o está desarrollando un pensamiento formal que le ayuda a entender cuestiones abstractas, sin embargo en términos generales su rendimiento global y su interés por la escuela suele ser menor que en los primeros cursos.

De entrevistas realizadas a estudiantes de edades comprendidas entre 12 a 16, años, se dedujo que el ambiente familiar tiene una escasa relación con las actitudes hacia la ciencia, tal vez sólo actúa limitando las oportunidades de desarrollo de los aspectos científicos. En contraposición, estudios realizados en nuestro país respecto a la demanda de diversas profesiones, consideran básicamente dos factores centrales en la orientación vocacional del alumno hacia las carreras científicas: por un lado la escasa demanda ocupacional, que se traduce en subempleos; y por el otro, la baja remuneración y falta de reconocimiento social de los profesionales de la ciencia en nuestro país (Román, Carbonero y Martín, 2002 y Suárez, 1996).

Estos fenómenos pueden comprobarse ya que en la década pasada hubo una disminución de la matrícula de bachilleres a las carreras científicas y en las universidades latinoamericanas produjeron una cifra menor a los 40 mil estudiantes en las ciencias exactas y naturales y poco más de 20 mil en las carreras de orientación agropecuaria. Esto es un problema grave que afecta la capacidad latinoamericana para afrontar la búsqueda de un nuevo modelo de desarrollo en el contexto de la sociedad del conocimiento, y limita la posibilidad de expandir su sistema científico y tecnológico (Galán, 2005). Asimismo afecta la supervivencia de la comunidad científica misma que se ve amenazada, y más por el descenso en la inscripción a carreras científicas y técnicas, situación que se vuelve más crítica a nivel de posgrado.

La imagen devaluada y negativa de la ciencia y los científicos, a través del estereotipo científico loco y chiflado tiene como consecuencia una actitud de desapego y rechazo hacia la ciencia. Imagen que conlleva a tener una concepción individualista o de torre de marfil, las anécdotas personales de científicos famosos, entre otras, exaltan excesivamente el papel individual, el aislamiento y el trabajo escondido (el mito del científico aislado y abstraído en su torre de marfil) como fuente de los descubrimientos, deformando el carácter público, esencialmente colectivo y de equipo de la empresa científica (Vázquez, y Manassero, 1999).

Desde el punto de vista metodológico, se han estudiado determinadas variables sobre las actitudes. Algunas de ellas son las escolares, tales como el rendimiento escolar, el trabajo práctico de laboratorio, el entorno escolar, las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, la influencia de las actitudes de los profesores (Vázquez y Manassero, 1995).

Del entorno escolar podemos decir que el salón clases está incluido en contextos mayores: la escuela, la familia, la comunidad, entre otros: siendo

elementos importantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje, y por lo tanto, no es posible pensar en nuevas estrategias si no son considerados. También se ha demostrado que un ambiente óptimo depende de que las escuelas tengan reglas disciplinarias justas y bien definidas. Los maestros y miembros del personal establecen procedimientos disciplinarios justos y consistentes que son comunicados a los alumnos y hacen cumplir. En lugar de usar interrogatorios o dar órdenes a gritos, dan las instrucciones con respeto (Henson y Eller, 2000 y Zarzar, 1977).

Con respecto a las estrategias de enseñanza, mencionaremos que una variedad de métodos favorece el interés de los estudiantes, porque si se repite un procedimiento ellos dejan de pensar en lo que están aprendiendo. Esta variedad ayuda a que los alumnos visualicen que la ciencia también utiliza diversas estrategias. Siguiendo con este aspecto, se ha visto, por ejemplo, que el rendimiento y actitudes son mejores con un método de aprendizaje cooperativo y con la realización de actividades extraescolares de ciencias (White, 1999). Esto nos da a entender tres aspectos, a) que pueden comprenderse los conceptos abstractos a través de una discusión grupal, b) que la ciencia es una actividad humana y por ende se tiene que tratar así en el salón de clase, y no como la mayoría lo hacemos de forma aislada y en constante competencia en lugar de convivencia, c) la discusión en grupos y el salirse del salón de clases suscita un proceso cognitivo activo, profundo y comprometido, donde el estudiante le da significado a los conceptos científicos y de una u otra forma no aumentar su desinterés por su estudio.

Sin embargo, hay que precisar que algunos consideran que la cooperación no produce un verdadero conocimiento (Monereo y Pozo, 2003) y otros han corroborado que el trabajo cooperativo si gestiona socialmente el conocimiento y también uno nuevo. Lo que si es seguro que el trabajo cooperativo es mejor que la competencia (White, 1999).

Una actitud digna de mencionar es que los estudiantes no se sienten responsables de su aprendizaje si todas las decisiones que se tomen en la clase quedan en manos del profesor. Unos y otro deben compartir el control sobre la distribución del tiempo sobre los temas a tratar, sobre los procedimientos de aprendizaje e incluso sobre la evaluación. Esto no significa una anarquía, más bien el maestro ayuda a los estudiantes a comprender cada concepto o tema, a través, del control que los estudiantes ejercen sobre su propio aprendizaje (metaaprendizaje) (White, 1999).

Por último analicemos la influencia de las actitudes y expectativas de los profesores:

- a) Una investigación que se llevó a cabo hace pocos años en diferentes contextos en Argentina, 3 de cada 10 docentes manifestó que si pudieran volver a elegir optarían por otra profesión, fundamentalmente porque no les es reconocida su labor docente (Braslavsky, 1999). Otra investigación mostró que profesores de nivel secundaria manifiestan una actitud poco favorable hacia la ciencia y su enseñanza (Calixto, 2004), posiblemente un estudio similar a nivel bachillerato dé casi los mismos resultados. Esta actitud o disposición poco favorable hacia la ciencia se torna un obstáculo para el desarrollo de las capacidades de un amplio sector de nuestra

población. Muchos niños y jóvenes que se encuentran inscritos en el sistema educativo mexicano, desarrollarán una actitud similar a la de sus profesores (Calixto, 2004).

- b) Otra actitud negativa que se observa en los profesores es que alientan a sus alumnos a decirles que por sus propias limitaciones no pueden resolver los problemas planteados, o bien que no son lo suficientemente inteligentes para estudiar una carrera de tipo científico.

En cuanto a la influencia de las expectativas del profesor sobre sus alumnos, es de mayor importancia mencionar que los profesores favorecen al alumno sobre la alumna, como lo comprobó una investigación realizada por Spears (1984), citado por Gil y de Guzmán (1994), que muestra como un mismo ejercicio es valorado sistemáticamente más bajo cuando es atribuido a una alumna que cuando se supone obra de un alumno; o el "efecto pigmalión", que se traduce en valoraciones netamente más altas de aquellos ejercicios atribuidos a alumnos "brillantes".

Un segundo bloque de expectativas, es en la idea de que una determinada prueba sea considerada tanto mejor diseñada cuanto más se ajustan los resultados a una campana de Gauss con el 5 en el centro (lo que supone, claro está, que el 50% de los alumnos no alcanza el mínimo exigido). Y esa es también la razón de que un profesor que apruebe a la mayoría de sus alumnos no sea considerado "serio". Son estas expectativas negativas las que determinan en gran medida, lejos de toda objetividad, los resultados del aprendizaje (Gil y de Guzmán, 1994 y Campanario, 2003). Incluso existe la creencia de que si la mayoría de los alumnos aprueban, la evaluación estuvo mal diseñada (Pozo y Gómez Crespo, 1999). Las consecuencias que se derivan de las prácticas de evaluación conforman uno de los apartados más relevantes del currículo oculto de la escolarización (Gimeno y Pérez Gómez, 2002).

Aún hay más, aún se conserva la creencia de que tener un título de licenciatura es suficiente para dar clases. Es difícil combatir esta idea sin suscitar airadas reacciones (Campanario, 2003).

Peor aún, se mantiene la creencia que enseñar es fácil y que no se requiere de una especial preparación, que el proceso de enseñanza aprendizaje se reduce a una simple transmisión y recepción de conocimientos elaborados y, que el fracaso de muchos alumnos se debe a sus propias deficiencias tal como falta de nivel y capacidad, entre otras causas (Campanario, y Moya, 1999). Lo extendido de estas y otras creencias se ilustran en las típicas películas sobre profesores en las que el buen docente desempeña bien su trabajo, debido esencialmente a sus características personales y, lógicamente sin ningún proceso de formación. El problema es que todas estas creencias alimentan el desinterés por acercarse a la ciencia, por creer que es normal los altos índices de reprobación (Campanario, 2003).

Vemos que las diferentes actitudes negativas que muestran los alumnos, en su mayoría se deben a nosotros los profesores quienes somos el factor más decisivo a la hora de desarrollar actitudes hacia la ciencia (Román, Carbonero y Martín, 2002). Les transmitimos un conjunto de actitudes dañinas debilitando su confianza y a aquéllos que comprenden la ciencia ("nuestra materia") aparecen como genios,

“expertos”, superhombres, poseedores de un conocimiento perfecto (Lemke, 1997) y los consideramos como los mejores alumnos.

Así pues, ¿Por qué los alumnos no aprenden la ciencia que les enseñamos?, principalmente se debe a una serie de prácticas ligadas a la concepción del profesorado sobre la enseñanza como mera transmisión de conocimientos, siendo su eje de referencia el contenido y por lo tanto el alumno es el responsable de su aprendizaje. Además, para esta concepción de enseñanza no existe conocimiento teórico profesional ni merece la pena crearlo porque con su experiencia docente basta y él funge como un artesano en los modos de transmisión, de control de vida del aula y de las formas de evaluación (Pérez Gómez, 1999).

Esto se refleja en un enorme distanciamiento entre la ciencia que se enseña y las demandas formativas de los alumnos, entre ellas, aprender a aprender, aprender a hacer, aprender a ser y aprender a convivir; demandas que aparecen en el documento Orientación y sentido de las áreas del Plan de estudios actualizados del CCH. Lo que requiere, entre otras cosas, que el profesorado adopte nuevas estrategias de enseñanza centradas en el estudiante y vinculadas al llamado constructivismo (Pozo y Gómez Crespo, 1999), con el propósito de que el alumno sea capaz de construir su propio conocimiento y lograr el aprendizaje significativo y el logro de un cambio conceptual.

De esto se abordará en el siguiente capítulo, comenzando con mencionar las capacidades que requieren los profesores para la enseñanza de las ciencias desde una orientación constructivista, teniendo presente que cualquier iniciativa puede pasar desapercibida si los docentes encargados no se comprometen con ella (Bulwik, 2000).

## **CAPÍTULO II**

### **EL APRENDIZAJE COMO PROCESO CONSTRUCTIVO**

- 2.1. Perfil del profesor
- 2.2. Formación y actualización docente
- 2.3. Constructivismo y aprendizaje significativo
- 2.4. Cambio Conceptual

En el campo de la Psicología, existen diversas teorías y concepciones del aprendizaje, de cómo ocurre, qué elementos influyen en él y del papel que juega la motivación en este proceso, entre las que podemos citar; a) La diada fundamental discriminación-generalización de Pavlov, b) Zonas de Desarrollo Próximo, significados y sentidos de Vigotsky, c) La perspectiva genético-cognitiva de Piaget, d) Aprendizaje y significación referencial de Ausubel, Novak, entre otras (Fernández, 1994). En sus inicios, las teorías, coincidían que el aprendizaje era un proceso dinámico de modificación de pautas de conducta, por medio del cual se adquieren, retienen y utilizan conocimientos, habilidades, actitudes y hábitos, produciendo cambios en las respuestas, pensamientos, actitudes y, en general, en el comportamiento del que aprende (Henson, y Eller, 2000). Se consideraba que los factores ambientales (estímulos) eran los responsables de los que el sujeto aprendía, por lo que este proceso tenía lugar desde fuera hacia adentro (González-Pumariega, *et al.*, 2002).

Dicha concepción de que el aprendizaje era sinónimo de cambio de conducta predominó por muchos años dada la perspectiva conductista que prevalecía, pero habremos de tener presente que el aprendizaje va más allá de una simple actitud pasiva entre la asociación de estímulos y respuestas.

A partir de los años 70 es posible fijar el surgimiento del aprendizaje como construcción del conocimiento, donde el alumno no tiene que esperar un estímulo para aprender, sino que él es un ente activo y creativo en la reconstrucción del conocimiento utilizando sus experiencias previas.

Esta idea constructivista tiene detrás una larga historia cultural y filosófica, pero resulta novedosa porque apenas si ha calado en la mentalidad de los profesores quienes mantienen formatos educativos tradicionales (Pozo y Gómez-Crespo, 1999). Entre los fundamentos del constructivismo destaca el concepto de aprendizaje significativo, propuesto por Ausubel, que 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 exponerlas y evidenciarlas con acciones observables y comprobables; luego de cumplir con las actividades derivadas de las estrategias de enseñanza, planificadas por el mediador y sus particulares estrategias de aprendizaje (Díaz-Barriga y Hernández, 2001, González-Pumariega, *et al.*, 2002 y Pozo y Gómez Crespo, 1999). Por lo que el aprendizaje no se incorpora desde afuera (como lo planteaba el conductismo), sino que se construye desde adentro y el eje central está en quien aprende, no en el objeto de aprendizaje (González-Pumariega, *et al.*, 2002).

En consecuencia, se observan dos factores: la modificación de estructuras cognoscitivas del sujeto que aprende y el conjunto de materiales y contenidos potencialmente significativos que el mediador del proceso, esto es, el profesor selecciona de manera eficaz (González-Pumariega, *et al.*, 2002 y Henson, y Eller, 2000).

Este tipo de reflexiones han llevado a algunos investigadores a poner a revisar los trabajos de Ausubel quien siempre destacó la importancia del conocimiento previo de los alumnos como factor determinante en el aprendizaje. A este respecto, la enseñanza, requiere saber cómo los alumnos comprenden el mundo físico. Es decir, cómo se explican los fenómenos que observan y cuál es la lógica

que utilizan en la formación de los conceptos. Así, la tarea del profesor no se reduce a conocer el contenido que se quiere transmitir, sino también cómo los alumnos han estructurado sus conocimientos, conocer sus ideas o concepciones, para lograr un proceso de reestructuración, explicitación e integración jerárquica si lo que se busca es que los alumnos puedan ampliar su poder explicativo ante los fenómenos de su vida cotidiana (Pozo y Gómez Crespo, 1999).

El modelo constructivista está jugando un papel integrador tanto en las investigaciones de los procesos de enseñanza aprendizaje, como de las aportaciones procedentes de la epistemología, psicología del aprendizaje, entre otras áreas, convirtiéndose en el eje de una transformación fundamentada de la enseñanza de las ciencias (Gil y de Guzmán, 1994). Aunque como Carretero y Limón (1994), reportado por Gil, et al. (1999), en algunos ámbitos educativos se ha ofrecido una imagen demasiado fácil y estereotipada del constructivismo. Dicha imagen consiste en la aplicación de fórmulas, por ejemplo, indagar los conocimientos previos de los alumnos, planteamiento de conflictos cognitivos y su modificación con la firme creencia de que solucionará fácilmente los numerosos problemas educativos.

Pero también como lo señala Díaz-Barriga (1998) la revisión de los documentos del cambio curricular del CCH induce a plantear que existe un desconocimiento del significado del constructivismo y sobre todo de cómo puede llevarse al aula y a la formación docente. De hecho, los principios pedagógicos del CCH se tomaron de los pronunciamientos de la UNESCO y no de las teorías constructivistas. Peor aún la mayoría de los profesores que participaron en el proceso de revisión curricular del CCH en la década pasada apuntan que no contaban con una preparación pedagógica que respaldara las decisiones tomadas (Candia, 2002).

Lo anterior confirma lo que Pozo (2003), señala al decir que los bajos niveles de conocimiento científico no son consecuencia de la aplicación de un currículo constructivista, sino de lo que vagamente se puede llamar currículos tradicionales. Lo que nos indica que convertir esta concepción constructivista en un currículo de ciencias implica un cambio profundo en los contenidos, las actividades de aprendizaje y los sistemas de evaluación que sin duda resulta confuso y suscita muchas críticas entre los profesores de ciencia, por ejemplo, reducir la cantidad y complejidad de los contenidos, provoca rechazo del profesorado ante el temor de que desaparezcan los contenidos tradicionales de la ciencia y una baja en los niveles del aprendizaje.

Así lo confirman Yurén y Araujo–Olivera (2003), al hacer un estudio a 22 escuelas secundarias del estado de Morelos, en donde encontraron que la implantación de un nuevo programa que contemplaba abandonar el papel de instructor ocasionó en el profesorado una desestructuración de sus prácticas habituales y la pérdida de su espacio social y de poder, porque él tenía que acompañar al estudiante en su proceso, facilitarle situaciones formativas y ser su interlocutor, en lugar de ser el dueño de la palabra. O bien como lo encontró Jiménez (2003), que profesores de varias escuelas de primaria del estado de Coahuila abandonaban sus tradiciones pedagógicas frente a la inmediatez de las exigencias administrativas y los controles a ellos impuestos, trasladando lo que

ellos aprendían en sus cursos de actualización impartidos por profesores externos, sin que hubiese seguimiento de esos aprendizajes.

El cambio requerirá un esfuerzo en la formación y de los docentes, en la organización de espacios, tiempos y programas, pero para lograrlo, se tendrán que tomar en consideración las preocupaciones, intereses, creencias e ideas de los profesores, pues se ha visto que no basta con presentarles nuevos enfoques didácticos para que sean aceptados y aplicados e incidan en la enseñanza y aprendizaje de la ciencia, ni tampoco se les ha hecho ver con claridad cómo el cambio puede beneficiarles (Maiztegui, *et al.*, 2000 y Sánchez y Valcárcel, 2000). La reciente investigación sobre formación de los profesores ha cuestionado ésta y otras optimistas (pero ingenuas) expectativas, obligando a replantear a fondo las estrategias de innovación curricular y de la formación docente (Maiztegui, *et al.*, 2000), que como ya lo mencionamos son las principales deficiencias que afectan seriamente la enseñanza de la ciencia. En este sentido diversas investigaciones han analizado las diferentes competencias que debe tener un profesor para desempeñar el nuevo rol en la mejora del aprendizaje (Bulwik, 2000 y Sánchez, 2000). Así que iniciaremos el presente capítulo con los saberes que debe tener el profesor, posteriormente veremos las causas de la resistencia de los profesores para abandonar el modelo de enseñanza tradicional. Una vez visto esto, analizaremos las bases del constructivismo que se ha convertido en el eje de una transformación fundamentada de la enseñanza de las ciencias. Finalizaremos el presente capítulo con mencionar que las ideas previas de los alumnos no están aisladas sino más bien son parte de una red intrincada de experiencias e interpretaciones que todos construimos a lo largo de nuestra vida. Dependen del medio natural y social de cada persona (Gimeno y Pérez Gómez, 2002 y Pozo y Gómez Crespo, 1999). Por lo que el aprendizaje de la ciencia requerirá, además del cambio epistemológico y ontológico, un cambio en las estructuras conceptuales, o reestructuración de los conocimientos (Pozo y Gómez Crespo, 1999), pues se ha comprobado que estas ideas permanecen aún en años de instrucción escolar, por ejemplo, en una investigación se les planteo la siguiente pregunta, una piedra cae desde cierta altura en un segundo ¿cuánto tiempo tardará en caer desde la misma altura otra piedra de doble masa?. Los resultados mostraron que un porcentaje muy alto de alumnos al final de su educación secundaria (e incluso de estudiantes universitarios) consideraba que una masa doble se traducía en mitad de tiempo de caída. Y ello después de haber resuelto decenas de ejercicios numéricos sobre caída libre e incluso después de haber hecho un estudio experimental (Gil y de Guzmán, 1994).

Así pues, el aprendizaje significativo no es tarea fácil de lograrlo y mientras no se encuentre utilidad del conocimiento científico, el interés por adquirirlo será muy limitado (Estrada, 1992).

## **2.1 PERFIL DEL PROFESOR**

La didáctica implica, por un lado, identificar en el profesor lo que sabe y cómo lo enseña, y por el otro plantearse los problemas epistemológicos y metodológicos a que éste se enfrenta en su enseñanza. En este sentido cuando se aborda el tema

de la enseñanza de las ciencias, se hace referencia al desarrollo de una didáctica especializada que comprende un conjunto de actitudes, saberes y conocimientos que posee o debe poseer el profesor y se concretan en el contexto de las relaciones que con sus alumnos establecen en el aula. Estas relaciones pueden ser: de los sujetos y el objeto de conocimiento, entre profesor-alumno y conocimiento, de todos aquellos componentes que hacen posible la actividad escolar como los materiales y recursos didácticos, espacios, equipos, entre otros (Calixto, 2004). Por lo que, es inaceptable suponer que la actividad del profesor se reduce a impartir la clase y, en ella, sólo a transmitir información. Implica muchas cosas más, como por ejemplo: analizar, valorar y contribuir a que mejoren planes de estudio, programas, formas de evaluación y sus objetivos; revisar y replantear actividades de aprendizaje que enfrenten al estudiante de manera más adecuada con el objeto de estudio; realizar constantemente actividades de apoyo, asimismo, la docencia lleva consigo el compromiso de cuestionar de manera permanente las formas de organización de los contenidos y los métodos utilizados en clase, y de discutir cuáles son los que se requieren para formar profesionistas y el compromiso de establecer relaciones entre lo que el alumno y su mundo cotidiano. Todo esto ha de llevarse a cabo, pero no en una toma de decisiones individuales y aisladas, sino como integrante de un cuerpo que coadyuve con conocimientos (que como lo vimos en el primer capítulo, muchos docentes adolecen), esfuerzos y experiencias para lograr los mejores resultados: en este caso, la formación profesional y rigurosa de los estudiantes (Gimeno, 1995, MacGregor, 1993 y Monereo y Pozo, 2003).

Prueba de lo anterior lo podemos observar en el CCH, ya que se han hecho encuestas para evaluar el funcionamiento del plan de estudios actualizados (PEA), de acuerdo con las orientaciones de la Comisión de Planes y Programas de Estudio del Consejo Técnico. También mencionamos que en el ciclo escolar 2003 la Secretaría de Planeación estableció el seminario para la Elaboración del Examen de Diagnóstico Académico (SEEDA), el cual elaboró los reactivos para conocer el grado de aprendizaje de los alumnos al final del semestre y servir de apoyo a la revisión de los Programas de Estudio. Así mismo en los períodos interanuales e intersemestrales el Colegio realiza cursos de formación y actualización docente, entre los que se incluyen los Talleres de Preparación de los Cursos donde los profesores comparten sus experiencias, materiales y planeaciones de líneas metodológicas para atender los aprendizajes difíciles y generar estrategias para atenderlos. Esta atención se ve reflejada en el programa PROFORED que está dirigido a los profesores de asignatura que tienen de uno a cinco años de labor en el Colegio y atiende la formación docente en los ámbitos básico, disciplinario y pedagógico. Cabe aclarar que muchos de estos cursos fueron concebidos, planeados y apoyados por personal docente que no recibió ninguna remuneración. En cuanto a los materiales elaborados, el Colegio organiza anualmente Muestras de materiales de apoyo al aprendizaje, que incluyen exposición de libros, exhibición de videos e incluso software educativos, que son evaluados y premiados por los mismos profesores del Colegio y la Subsecretaría de Servicios Educativos en Red UNAM (Dirección General del Colegio de Ciencias y Humanidades 2005). Actualmente existe dos programas de gran trascendencia para el Colegio, PAPIME e INFOCAB, con una serie de proyectos tales como

Innovación y mejoramiento de la enseñanza experimental de Biología y química en microescala, en el CCH, existiendo una tesis al respecto de Góngora, G. (2002).

A continuación mencionaremos las siguientes ideas, que favorecerán lo expresado al inicio de esta sección:

- a) El profesor tiene que conocer con profundidad la disciplina, es decir, sus objetivos, problemas, leyes y teorías, su historia, la práctica metodológica científica, su epistemología y las interacciones ciencia-tecnología-sociedad asociadas a su construcción (Sánchez y Valcárcel, 2000). Un estudio de Solbes y Vilchis (2004), mostró un desconocimiento por parte de los estudiantes de secundaria y bachillerato entre ciencia y la tecnología con el medio natural y social. Los estudiantes que si contestaron coincidían en general que los problemas ecológicos, de contaminación, como uno de los mayores problemas que tiene la sociedad actual. También citaban la escasez de recursos y algunas posibles consecuencias como las guerras, desigualdades, enfermedades, entre otras. Las respuestas se ceñían a unas cuantas palabras lo que pone de manifiesto la visión fragmentaria y superficial de los problemas que afectan al planeta. Todo ello evidencian la escasa atención prestada a la toma de decisiones, aspecto que se debe abordar poniendo a los estudiantes, desde el principio del tema en la situación de reflexionar y analizar en profundidad las repercusiones de la ciencia y la tecnología en la sociedad, por ejemplo, los estudios de la clonación. O comprender la importancia de nuestras acciones individuales.
- b) El docente tiene que adquirir como conocimientos fundamentados sobre el aprendizaje de las ciencias; saber detectar, analizar e interpretar las concepciones de los alumnos para orientar su aprendizaje, con especial atención al análisis de los posibles obstáculos que impiden la construcción de las ideas científicas y al establecimiento de posibles itinerarios para superarlos. Conocer la Psicología y la Sociología del adolescente es necesario para comprender y favorecer su aprendizaje (Bulwik, 2000 y Sánchez y Valcárcel, 2000). Un ejemplo de ello es el estudio realizado por Raviolo, Siracusa y Herbel (2000), a 122 estudiantes de primer año de las carreras de profesorado primario y de nivel inicial quienes tuvieron un cambio de actitud hacia el ahorro de la energía, tras aplicarse un diseño de investigación consistente en a) exploración previa y test inicial de actitudes, b) propuesta de enseñanza, c) test final de actitudes y evaluación de la propuesta. Sin embargo, algunos de ellos mostraron resistencia a mejorar su actitud, por lo cual es necesario, según los autores, continuar con otras propuestas. Una de las conclusiones a las que llegaron es que hubo una toma de conciencia de la problemática energética y se desarrollan actitud de búsqueda de respuestas y de participar con fundamento, los cuales se espera que pongan en práctica en su vida cotidiana y que las difundan cuando las ejerzan en las aulas.
- c) El profesor debe ser capaz de a) tener criterios para la selección y secuenciación del contenido de enseñanza, b) saber formular, en relación con los objetivos y contenidos de enseñanza, una serie de metaconocimientos (sin lugar a dudas este concepto es el punto de partida para el constructivismo), un conjunto de procedimientos generales y una

serie de valores básicos que sirvan de referente continuo para el proceso de enseñanza-aprendizaje y c) en concreto, elaborar tramas de contenido que relacionen la información procedente de las disciplinas científicas y problemas relevante e interesantes para los alumnos y la sociedad en general (Bulwik, 2000, Gimeno, 1995 y Sánchez y Valcárcel, 2000).

- d) El maestro tendrá la suficiente claridad para propiciar un desarrollo gradual, sin caer en el tedio de lo que ya se sabe ni en la aventura de lo que se desconoce completamente (Lomelí, 1991). Tener hábitos de reflexión consciente y crítica, respecto de la enseñanza y aprendizaje (Bulwik, 2000). Construir el conocimiento por ende “deberá” ser un proceso de práctica y habilidad.
- e) El profesor tendrá la capacidad de ponderar el tipo de intercambio personales que se realicen para organizar las actividades; trabajo individual supervisado por el profesor, tarea plenamente autónoma, trabajo entre varios alumnos, entre otros. Aspecto básico en orden al gobierno de la actividad en el aula (Gimeno, 1995).
- f) El docente se ve en la necesidad de adquirir conocimientos de otras áreas, para poder abordar problemas (Gil y de Guzmán, 1994 y Lomelí, 1991). Por ejemplo, no basta analizar la teoría de biogeografía de islas, que con base a sus principios sirve como guía para el diseño de áreas naturales a fin de conservar la biodiversidad, también tenemos que entender que hay poblaciones alrededor de estas áreas con demandas que tienen que ser atendidas. Por lo que tenemos que involucrar en la discusión grupal aspectos sociales de cómo convencer a la población y que ellos propongan una serie de negociaciones y apoyos que eviten que esta “presión de desarrollo” no siga generando un uso desordenado y autoritario del territorio.

Lo anterior nos hace ver tres aspectos que el conocimiento de la materia no se reduce a hechos, leyes y teorías que conforman el cuerpo de conocimientos científicos que suelen impartirse en el salón de clases (Gil y Pessoa de Carvalho, 2000), ni tampoco se reduce a seguir el programa oficial de estudios o seleccionar un libro de texto y seguir la secuencia del índice (Talanquer, 2004). El segundo aspecto es que no debemos ignorar los conocimientos de las otras materias que lleva el alumno dificultándole con ello la conexión e integración con otros saberes, que de hecho, no buscan la relación entre ellos. Aspecto que además sus propios profesores tienen dificultad de establecer, ignorando lo que otros profesores enseñan. El tercer aspecto es que el profesor tome las decisiones ajustadas a condiciones del contexto en que enseña (contenidos, alumnos, requisitos institucionales) para lograr que sus estudiantes aprendan los contenidos de manera significativa, profunda, permanente y, sobre todo generalizable (Monereo y Pozo, 2003).

Demos paso al constructivismo, intentemos o mejor dicho logremos que las tareas sean como lo propone Oliva, *et al.*, (2004):

- a) Que las tareas sean verdaderamente significativas para los alumnos, es decir que encajen en el perfil de intereses y conocimientos que poseen.

- b) Que sean relevantes para su vida diaria, lo que permitirá una mayor familiaridad y aplicabilidad.
- c) Que se presenten de un modo desafiante como una curiosidad, como una paradoja o con un factor de sorpresa.
- d) Que sean novedosas, combinando tareas de distinto tipo y evitando la monotonía y la rutina.
- e) Que inviten a los alumnos a tomar decisiones, más que a seguir recetas o protocolos preestablecidos que se tengan que aprender de manera rutinaria.

Es preciso fomentar el ejercicio de habilidades básicas, el trabajo con contenidos sustantivos y significativos a través de actividades interesantes, para que los alumnos asimilen lo que es sustancial.

Pero difícilmente un profesor que no utilice estrategias, en calidad de aprendiz de su materia, para seguir formándose, actualizándose, podrá enseñar a sus alumnos a ser autónomos en su futuro desarrollo (Monereo y Pozo, 2003), que como vimos en el capítulo son muchos los obstáculos para lograrlo y más si se cae como lo indica Imbernón citado por Monereo y Pozo (2003), en una sobrevaloración de la experiencia subjetiva que se adquirió a través de un empirismo elemental e individual y que nos enquistamos en la rutina y en la acomodación o frustración.

Tratando de señalar algunas de las carencias y retos con que se enfrenta la formación y actualización del profesorado, daremos a continuación una explicación de estos aspectos.

## **2.2 FORMACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DOCENTE**

De acuerdo a Porlán, Rivero y Martín del Pozo (1998), los profesores no somos fácilmente permeables a las propuestas y reflexiones de los investigadores, la mayoría se fundamenta en el verbalismo y la memorización. Además, las deficiencias formativas en cuanto a los aspectos metodológicos de la ciencia y la visión esquemática del método positivista como recurso para la construcción de teorías, es una de las herencias más fuertes que se ha mantenido hasta nuestros días e incluso se ha seguido con misticismo por muchas generaciones de profesores e investigadores (Suárez, 1996).

Aunado a lo anterior, los profesores se quejan de que la situación de la enseñanza antes era mejor, argumentando la disminución de la calidad a nivel secundaria y el descenso del nivel de la enseñanza en la universidad, debido a que, los alumnos no estudian, no están motivados, no quieren aprender, pero a estos profesores se les olvida que la educación universitaria es masiva, los conocimientos científicos han experimentado una explosión sin precedentes los cuales los alumnos tienen que aprender y en menos tiempo, y la ética del trabajo ha cambiado y esos cambios se observan en la educación (Campanario, 2003).

La mayoría de los maestros de ciencia hemos adquirido los conocimientos básicos de la materia en cursos con contenido meramente disciplinario, y la preparación pedagógica es resultado de la participación en cursos de educación

con carácter general. Gran parte del debate en el área de formación docente ha estado marcado por la clara distinción entre estos dos mundos aparentemente desconectados (Talanquer, 2004). De hecho, en México, los profesores de bachillerato no son formados didácticamente para ser profesor de este nivel, tampoco se requiere de una formación inicial en la docencia y en los últimos años se necesita como mínimo contar con un título universitario. De esta manera los profesores del bachillerato toman decisiones en el aula guiadas únicamente por la institución, la experiencia y el recuerdo de cómo les enseñaron (Jiménez, y Segarra, 2001), y en muchos casos ni eso porque en una encuesta realizada por Chamizo (2000), con cerca de mil docentes que imparten la asignatura de química a nivel bachillerato en todo el país reveló que únicamente el 5% del total de los profesores habían estudiado la carrera de química. Abundaron, en cambio, dentistas, ingenieros o veterinarios que no cuentan con la preparación idónea para la labor docente en química. Además se hizo evidente que cuando estos profesores daban su clase usaban como texto el que aprendieron cuando eran alumnos y que por lo visto no les gustó o impactó lo suficiente como para dedicarse profesionalmente a cultivar esta ciencia. ¿Qué enseñan entonces? ¿Con qué gusto lo hacen? ¿Con qué conocimientos discuten con sus alumnos? ¿A qué profundidad están actualizados en los últimos avances de la química? (Chamizo, 2000).

Así también, los maestros consideran que la gente que se dedica a la didáctica de las ciencias son defensores de oficio de los alumnos al señalarle sus carencias en la formación psicopedagógicas y de la monotonía de sus estrategias didácticas, los profesores se defienden diciendo que si siguiesen las propuestas y recomendaciones la situación de la enseñanza sería todavía peor y que cuando leen una revista de didáctica quedan decepcionados (Campanario, 2003). Esto nos conduce a pensar que el conocimiento pedagógico del profesorado y su relación con las concepciones epistemológicas a la hora de desarrollar su práctica docente, afecta directamente al conocimiento profesional que va construyendo a lo largo de su formación profesional (Baena, 2000).

Con estas acciones existe una actitud de frustración entre los investigadores, los diseñadores y responsables de las reformas curriculares inspiradas en los hallazgos de la investigación y entre el mismo profesorado que confiaba en las transformaciones para hacer frente a las crecientes dificultades de su tarea. Es preciso señalar que esta decepción revela la persistencia de una visión bastante simplista de los cambios curriculares y es la idea de que bastaría presentar a los profesores y profesoras las nuevas propuestas, fundamentadas en investigaciones rigurosas, para que dichas propuestas fueran aceptadas y aplicadas.

Ello podría explicar la escasa efectividad de los esfuerzos de renovación curricular que se han venido realizando durante las últimas décadas. Se siguen observando marcadas diferencias entre los objetivos de los diseñadores de currículos y lo que realmente los profesores llevan a la práctica en el salón de clases. Han sido estas diferencias las que han llamado la atención sobre la influencia que los profesores ejercen en el proceso de implementación curricular y sobre la necesidad de un mejor conocimiento de dicho proceso. Porque no se trata simplemente de elaborar cuidadosamente los nuevos materiales y de organizar cursos para difundir las nuevas propuestas con resultados que muchos han

considerado decepcionantes (Gil y Pessoa de Carvalho, 2000). La experiencia norteamericana, nos confirma la existencia de las diferencias, pues cada año miles de profesores participan en seminarios o asisten a cursos con la intención de perfeccionarse profesionalmente y cuando reanudan sus clases creen estar mejor preparados para utilizar las nuevas técnicas, los nuevos materiales curriculares, las nuevas formas de favorecer la creatividad y el aprendizaje de sus alumnos. Sin embargo, muchos de estos profesores y profesoras se encuentran, antes de que puedan darse cuenta, enseñando de la misma forma como lo habían hecho siempre, adaptando los nuevos materiales o técnicas a los patrones tradicionales. Se genera así una lógica frustración y decepción al percibir que las cosas no han funcionado mejor que los años precedentes a pesar de las nuevas y prometedoras ideas. ¿Cuáles pueden ser los motivos de esta falta general de efectividad? Básicamente son tres, el primero es que pone en evidencia que un modelo de enseñanza es algo más que un conjunto de elementos yuxtapuestos e intercambiables: constituye una estructura dotada de una cierta coherencia y cada uno de sus elementos viene apoyado por los restantes. El segundo motivo es que los diseñadores de currículos no suelen tener en cuenta la fuerte influencia de las concepciones de los profesores en el proceso de implementación curricular. Es decir, para emprender un replanteamiento global de la enseñanza de las ciencias se precisa cuestionar concepciones docentes cuya importancia en la actividad del profesorado pueda ser tan relevante o más que las preconcepciones de los alumnos, y el tercer motivo es que los profesores no participan en el proceso de la renovación curricular, sin esa participación resulta difícil que los docentes hagan suyos y lleven adelante los cambios curriculares (Gil, *et al.* 1999, Gil y Pessoa de Carvalho, 2000, Liston y Zeichner, 1993 y Maiztegui, *et al.*, 2000).

En el caso del CCH, según Candia (2002), sólo participaron 16 profesores por plantel en el marco de la actualización de 1996 del plan de estudios del Colegio, cuya participación fue aparente porque consideraron que no se les tomó en cuenta sus propuestas, causando disgusto, desconcierto y falta de interés para conocer, aceptar y desarrollar el nuevo proyecto educativo. En su tesis, indica que un profesor con doctorado en Filosofía fundamentó lo que consideraba que no era adecuado incluir en los nuevos programas, como respuesta la institución lo dejó al margen de todo. La misma autora, continua indicando, que efectivamente el CCH si reconoció que los profesores tenían que participar en cuestiones vinculadas con el proceso de reestructuración curricular pero, a pesar de ello, parece que ya había definido los criterios que se seguirán para formular cada uno de los elementos que conforman el proyecto curricular.

Mientras la formación docente sea vista como una transmisión de contenidos de didáctica y de una actualización de conocimientos de su área por separado, que deben ser articuladas en el aula por el profesor, o como presentación de una receta mágica que si es seguida al pie de la letra, dará como resultado un mejor aprendizaje, todo el tiempo, el dinero y el esfuerzo invertido serán estériles. La práctica común es que personal administrativo de una institución educativa decida que es necesario formar profesores en tal o cual cosa y solicita la intervención de un pedagogo o la de un experto asesor externo que diseñe e imparta cursos, siempre cortos puntuales e intensivos a los profesores “en formación” (Bulwik, 2000 y Jiménez y Segarra, 2001). O bien como lo indica García (1995), citado por

Monereo y Pozo (2003) el profesor que se encargue de la formación de los futuros profesionales de la educación tiene que enseñar a enseñar enseñando.

En la medida que la formación considere una serie de variables tales como; las necesidades de los docentes, sus experiencias y las características de trabajo en una aula específica, ésta tendrá un mayor significado y será el puente para la introducción de la práctica diaria del profesor (Liston y Zeichner, 1993). Una posibilidad para acceder a este tipo de de formación es la integración de equipos interdisciplinarios que diseñen y operen cursos que den sustento al docente para el diseño de estrategias de enseñanza y que desarrollen habilidades para su operación y evaluación, labor por excelencia del profesor. De esta manera, el docente se acercará al análisis de sus propias problemáticas, a la identificación de posibles soluciones, a su implementación y valoración. Así estará en vías de su propia formación y que él esté consciente de los rasgos que definen su pensamiento y de cómo está afectando a la calidad de su desempeño docente (Baena, 2000 y Liston y Zeichner, 1993).

Candia (2002), señala que por lo menos los profesores incluidos en su estudio del CCH Vallejo afirmaron que no han logrado un verdadero trabajo orgánico y coordinado, como profesionistas de la docencia. Esto es debido, según la misma autora, de que los docentes no poseen una verdadera formación específica que los respalde como tales. Otro trabajo realizado en el CCH Sur, realizado por González (2003), afirma que el personal académico muestre poco compañerismo.

Los programas de formación y actualización docente necesitan abrir espacios en los que las piezas claves del contenido sean sujeto de análisis y discusión didáctica y pedagógica. Parte del trabajo podrá entonces consistir en identificar dificultades o ideas previas, contrastar diferentes respuestas o métodos de resolución de problemas o diseñar estrategias para corregir las deficiencias educativas detectadas (Liston y Zeichner, 1993 y Talanquer, 2004).

Feiman-Nemser (1990), citado por Gil y Pessoa de Carvalho (2000) y Maiztegui, *et al.*, (2000), distingue cinco orientaciones básicas sobre formación del profesorado que responden, por una parte, a una cierta visión del proceso de enseñanza y de aprendizaje y, por otra, a una concepción de cómo se aprende a enseñar.

1. La orientación académica, centrada en la adquisición de los conocimientos científicos a impartir.
2. La orientación práctica, que presta atención a las destrezas de enseñanza y resalta la importancia de la experiencia en el aula como fuente principal de formación.
3. La orientación tecnológica, cuyo objetivo fundamental es preparar profesores que puedan desarrollar las tareas de la docencia con eficacia, teniendo en cuenta los principios y prácticas que se derivan de un estudio científico de la enseñanza.
4. La orientación personal, que concibe la formación del profesorado, y todo acto de aprendizaje, como un proceso de aprender a comprender, acrecentar y utilizar el propio desarrollo personal.
5. La orientación crítica, que concibe al educador como alguien que trabaja para vencer las desigualdades sociales, promover los valores democráticos

en el aula y potenciar en los estudiantes el tratamiento grupal de problemas de interés.

Esto exige contar con un número creciente de profesores capaces de involucrar a otros colegas en el tratamiento de los problemas que plantea el proceso de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias, es decir, capaces de dirigir la actividad de grupos de profesores de recién ingreso, al tiempo que ellos mismos siguen afianzando su formación y enriqueciendo su bagaje científico como miembros de una comunidad de investigadores e innovadores en didáctica de las ciencias, en la que se apoyan y a cuyo cuerpo de conocimientos contribuyen a la vez. Evitando que ocurra lo que plantea Monroy (1998), citado por Díaz-Barriga (1998), *“si un profesor en particular decide aplicar las innovaciones, resulta difícil ser un innovador solitario, hace falta una asistencia técnica”*. Por ello, fue importante en la presente maestría que nuestra Práctica Docente fuera supervisada por profesores expertos y asesorada por tutores conocedores de la disciplina. Maestría que por cierto, ofrece una preparación sustentada en tres líneas de formación; socioeducativa, psicopedagógica-didáctica y la disciplinaria.

El ideal sería que existiera ya una tradición de trabajo docente colectivo, con equipos capaces de incorporar a las nuevas generaciones de docente la formación necesaria. Pero es obvio que hoy apenas existen tales equipos y que no pueden improvisarse ni constituirse por decreto, cuando falta la tradición del trabajo científico (Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1998). Un buen intento es la MADEMS.

Por otra parte, las condiciones laborales vigentes de los docentes no tienen cuenta esta necesidad de trabajo colectivo como parte de la tarea docente. En el CCH Vallejo, 135 son profesores de carrera, 165 son profesores de asignatura definitivos y 250 son profesores de asignatura (Candia, 2003). Es decir la mayoría del profesorado tiene una fuerte carga laboral frente a grupo lo que implica atender más de 400 alumnos semanalmente y además son profesores a destajo, sin seguridad en un empleo, pues cubre grupos de forma temporal (Díaz-Barriga, 1998).

Como vemos cualquier proceso de capacitación de calidad requiere de unos contextos apropiados. Es imprescindible facilitar el tiempo y las condiciones materiales para realizar actividades de capacitación, generar situaciones económicas favorables, proveer materiales de apoyo, facilitar la colaboración de los profesores con las instituciones de formación universitaria, entre otros aspectos. Todo ello conlleva un cambio en la concepción social de la enseñanza y nuevos modelos de carrera docente, que permitan recuperar y acreditar las experiencias por las que atraviesa un docente, comenzar a superar la fragmentación existente entre la formación inicial y los sucesivos cursos de capacitación, y dotar de coherencia e integración a los saberes adquiridos (Maiztegui, *et al.*, 2000). Su objetivo principal es mejorar la actividad educativa de la que el docente es responsable, y valorar la interpretación del rol que asume ante los cambios sociales, culturales y tecnológicos que determinan el desarrollo del currículo (Pérez-Jiménez, 2003).

Por fortuna y, como lo señala Candia (2003), los profesores de asignatura del CCH se han asumido como docentes, con el mismo interés y compromiso que muestran los profesores de carrera.

Por último, no debemos dejar de mencionar que las políticas neoliberales surgidas de los centros económicos y de decisión política mundial impactan directamente a la educación. Además de establecer normas generales de distribución de presupuestos estatales para la educación, regulan los salarios de maestros, los apoyos económicos selectivos a determinadas actividades, la modalidad de programación y los tipos de proyectos educativos. Incluso han tenido efectos en la organización de los sistemas educativos y en la orientación, los fines, contenidos educativos y las estrategias de formación de docentes. También en estas instancias se refleja la tensión entre exclusión e incorporación a las tendencias globalizadas (Pasillas, 2001 y Pérez Gómez, 1999).

Los sistemas educativos nacionales se reorganizan paulatinamente, adoptando formas de administración, criterios de trabajo y orientaciones dictadas desde tales centros, el Banco Mundial, el BID, FMI, de manera tal que progresivamente se va imponiendo la cultura de masas que la concibe como una mercancía perdiendo las tradiciones, idiosincrasia, logros que históricamente les han dado identidad para convertirse en puro valor de cambio acorde con los requerimientos señalados por la globalización (Pérez Gómez, 1999).

Es posible observar estas tendencias generales en la educación, se trata de expandir (desde algunos centros) y, como contrapartida, de asimilar (a escala internacional), las formas de trabajo, los métodos de enseñanza y los conocimientos que tienen como características ser estándares, equivalentes, y que resulten medibles bajo parámetros dominantes a nivel internacional.

Es indudable de que estamos inmersos en estos procesos, lo deseable es que lo superemos y que nuestra labor no esté sujeta a nada, que no nos invada intereses personales en esa constante promoción que más bien es competencia, esperemos que todos ejerzamos nuestra labor con total creatividad.

Lamentablemente como lo señala Jiménez (2003), en el año de 1999 los profesores de las primarias estudiadas hicieron ver que para ser considerados buenos maestros dependía de la relación con las autoridades, influencia que pueden ejercer en la dinámica escolar, su certificación en los procesos de evaluación de la carrera magisterial, su posición en escalafón y otros factores ajenos que lo único que ocasiona es que los profesores satisfagan intereses personales. Esto es debido, según la autora a una decisión de reducir el gasto a la educación, lo que trajo consigo una descentralización educativa y un nuevo federalismo, de tal suerte que hay una desconcentración administrativa de la SEP creando delegaciones en los estados con el fin de administrar localmente los servicios federales, estas delegaciones se transformaron en unidades de servicios educativos a descentralizar. El Estado norma y evalúa el sistema, mientras que los estados, los particulares, los municipios lo administran y lo controla.

Lo ideal sería que los profesores estemos dispuestos a llevar a cabo nuevas estrategias o que queramos participar en las tareas de investigación, por desgracia los profesores no somos muy fáciles de permear a nuevas posibilidades, sin embargo, con lo que hemos visto es necesario abandonar la forma tradicional de enseñanza y realmente lograr un cambio profesional.

Este cambio es un proceso complejo que implica la transformación integral del conocimiento profesional de los profesores en sus tres facetas posibles. En primer lugar, supone un cambio en las concepciones y creencias iniciales de los profesores que pueden mejorar tanto a nivel científico-disciplinar como a nivel psico-pedagógico. En segundo lugar, supone un desarrollo de las destrezas profesionales que el profesor posee y utiliza en su práctica, tanto a nivel de procedimientos y estrategias alternativas de enseñanza o de diseño curricular, como a nivel de habilidades concretas para reflexionar sobre la práctica y aprender de la experiencia. Por último, conlleva una modificación de actitudes, roles y valores profesionales, que van desde una disposición positiva hacia la materia impartida o hacia los nuevos principios psico-pedagógicos, hasta una auténtica preocupación por la calidad del aprendizaje de los alumnos (Listón, y Zeichner, 1993, López, 1999 y Pozo y Gómez Crespo, 1999).

Como lo hemos viniendo diciendo, resulta obvio que, dentro de ese entramado de creencias o estructura conceptual, el conocimiento de los profesores sobre las concepciones de los alumnos y su evolución, se configuren como uno de los ejes fundamentales del pensamiento didáctico docente (López, 1999).

Las consecuencias didácticas deben ser más trascendentales para la práctica educativa desde la perspectiva curricular y de formación del profesorado. No sirven de nada planteamientos curriculares avanzados y coherentes si el profesorado no está formado para ello. No obstante, la formación del profesorado en relación con el tema de la naturaleza de la ciencia no se reduce a una simple información sobre estos temas, que es necesaria, sino que es más profundo, puesto que afecta a la consistencia que debe tener la actividad real en la clase y a las ideas adecuadas sobre la naturaleza de la ciencia; es necesario un modelo de ciencia para dar clase coherentemente. En suma, el tema de la naturaleza de la ciencia plantea retos inmediatos tanto al currículo de ciencias como en la formación del profesorado y debe ser un asunto de permanente atención en la investigación didáctica para contribuir a la mejora de la enseñanza de ciencia (Vázquez y Manassero, 1999). Resulta imprescindible que exista coherencia entre el modelo de formación del profesorado y el modelo didáctico que se practica (Gómez-Moliné y Sanmartí, 1996 y Monereo y Pozo, 2003), aceptando aquello que supere lo “estrechamente” conceptual (contenidos conceptuales), estrategias de aprendizaje (contenidos procedimentales) y actitudes (contenidos actitudinales) que entran en juego en los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Bulwik, 2000), para cuya construcción los alumnos harán activas una serie de operaciones mentales que constituyen los procesos que, aunque diversos, comparten la característica de ser internos al sujeto que aprende y consecuentemente observables sólo a través de sus consecuencias (Pozo y Gómez Crespo, 1999).

Esta forma de concebir el aprendizaje ofrece mayores posibilidades atractivas para la didáctica de las ciencias (Gómez-Moliné y Sanmartí, 1996), del cual hablaremos en la siguiente sección.

## 2.3 CONSTRUCTIVISMO Y APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

Un discurso correctamente construido, transmite información que puede ser recibida y asimilada por los estudiantes. Sin embargo, se ha demostrado que la información que transmite el profesorado es recogida en muy diferentes formas, ya que parte de ella es comprendida parcialmente por el estudiante, otra es mal interpretada, y otra, simplemente no es ni aceptada. También es difícil que puedan resultar significativos los conocimientos que no respondan a problemas que los estudiantes se hayan planteado anteriormente (Gómez-Moliné y Sanmartí, 1996).

La transmisión de conocimientos ya elaborados impide un proceso activo de integración con conceptos ya existentes y limita el tiempo necesario para que el estudiante pueda trabajar los conceptos y ligarlos con su estructura cognoscitiva. Caso contrario atribuir un papel activo al estudiante hace necesario que él mismo sea consciente de la validez de sus conceptos, entrelazados entre sí formando redes para captar el mundo exterior: a esta perspectiva constructivista considera al alumno como producto de una construcción propia en la que influyen aspectos sociales, afectivos y cognitivos (Boggino, 2000 y Gómez-Moliné y Sanmartí, 1996). El maestro pasa de ser de un emisor de conocimientos o habilidades a constituirse en un mediador del aprendizaje del alumno considerando:

1. El nivel de desarrollo del alumno.
2. Encontrar la Zona de Desarrollo Próximo (capacidad que presenta un alumno para resolver un problema con ayuda de otra persona).
3. Contenidos suficientemente sustantivos y no arbitrarios para poder ser relacionados con las ideas relevantes de los alumnos (materiales que tengan una conexión lógica o conceptual con el resto de las partes).
4. Sus ideas previas para poder ser relacionados con el nuevo contenido de aprendizaje.
5. Las posibilidades en que los alumnos realicen aprendizajes significativos por si solos.
6. Estar alerta de que los alumnos modifiquen sus esquemas de conocimiento.
7. El establecimiento de relaciones ricas entre el nuevo conocimiento y los esquemas de conocimiento ya existentes.

En cuanto a su aplicación, este modelo pone en marcha un compendio de actividades y decisiones educativas que involucran no sólo una adquisición de conocimientos por parte de los alumnos, sino también la formación de ciudadanos con mayor capacidad crítica y de solución de problemas (Gómez-Moliné y Sanmartí, 1996).

En la postura constructivista convergen las aportaciones de diversas corrientes psicológicas, asociadas genéricamente a la psicología cognoscitiva: El enfoque psicogenético piagetiano, la teoría de los esquemas cognoscitivos, la teoría ausubelina de la asimilación y el aprendizaje significativo, la psicología sociocultural vigotskiana y algunas teorías instruccionales entre otras (Díaz-Barriga y Hernández, 2001). A pesar de esta diversidad, todas ellas se sitúan en encuadres teóricos distintos, comparten en principio de la importancia de la actividad constructiva del alumno en la organización de los aprendizajes (Gómez-Moliné y Sanmartí, 1996).

El constructivismo postula la existencia de procesos activos en la construcción del conocimiento, hace referencia de un sujeto cognoscitivo aportante, que claramente rebasa a través de su labor constructiva lo que le ofrece su entorno. De esta manera, se explica la génesis del comportamiento y el aprendizaje, lo cual puede hacerse énfasis en los mecanismos de influencia sociocultural o fundamentalmente intelectuales y endógenos (Díaz-Barriga y Hernández, 2001).

De acuerdo con Coll (1990), citado en (Díaz-Barriga y Hernández, 2001), la concepción constructivista se organiza en torno a tres ideas fundamentales:

1. El alumno es el responsable último de su propio proceso de aprendizaje. Él es quien construye (o más bien reconstruye) los saberes de su grupo cultural, que puede ser un sujeto activo cuando manipula, explora, descubre o inventa, incluso cuando lee o escucha las exposiciones de los otros.
2. La actividad mental constructiva del alumno se aplica a contenidos que poseen ya un grado considerable de elaboración. Lo que significa, que el alumno no tiene en todo momento que "descubrir" o "inventar" en un sentido literal todo el conocimiento escolar. Dado que el conocimiento que se enseña en las instituciones escolares es en realidad el resultado de un proceso de construcción a nivel social, los alumnos y profesores, encontrarán una buena parte los contenidos curriculares ya elaborados y definidos. En este sentido es que decimos que el alumno más bien reconstruye un conocimiento preexistente en la sociedad, pero lo construye en el plano personal desde el momento en que se acerca en forma progresiva y comprensiva a lo que significan y representan los contenidos curriculares como saberes culturales.
3. La función del docente es engarzar los procesos de construcción del alumno con el saber colectivamente organizado. Esto implica que la función del profesor no se limitará a crear condiciones óptimas para que el alumno despliegue una actividad mental constructiva, sino que debe guiar y orientar explícita y deliberadamente dicha actividad.

Para la presente investigación se consideraron estas ideas y además puede decirse que la construcción del conocimiento va más allá de una acumulación de informaciones y procedimientos, es realmente un proceso de elaboración, en el sentido de que el alumno selecciona, organiza y transforma la información que recibe de muy diversas maneras, estableciendo relaciones entre dicha información y sus conocimientos previos. De tal manera que el alumno construye formas propias de ver y explicar el mundo, a través de imágenes o proposiciones verbales, o bien elabora una especie de teoría o modelo mental como marco explicativo de dicho conocimiento. Lo interesante es que sea el alumno quien lo haga y modifique su propio modelo (Díaz-Barriga y Hernández, 2001 y Gómez-Moliné y Sanmartí, 1996).

Los fundamentos psicológicos de este modelo se encuentran en los enfoques cognitivos, en cuanto a que construir significados nuevos implica un cambio en las estructuras de conocimiento que se poseen previamente, introduciendo nuevos elementos o estableciendo nuevas relaciones entre dichos elementos (Gómez-Moliné y Sanmartí, 1996). Así el alumno podrá ampliar o ajustar dichas estructuras

o bien reestructurarlos a profundidad, como resultado de su participación en un proceso instruccional (Díaz-Barriga y Hernández, 2001). En todo caso, la idea de construcción de significados nos refiere a la teoría del aprendizaje significativo o ausubeliano.

Para Piaget, el individuo incorpora la realidad a sus esquemas mentales de asimilación. Cuando la nueva información no puede asimilarse en ningún esquema previo, el sujeto desiste o lo modifica. Al modificarlo, se produce la acomodación, es decir, se reestructura sus esquemas de asimilación ya existentes. Sin embargo, todo proceso de asimilación siempre crea un conflicto individual, pues requiere efectuar una actividad mental para ubicarla en el esquema adecuado. A esta condición, por la que se atraviesa al conocer el mundo físico Piaget la denominó conflicto cognitivo, que al ser resuelto, lleva a un equilibrio que es de carácter temporal ya que al conocer más profundamente el objeto u otro de la realidad se vuelve a caer en un conflicto cognitivo, comenzando nuevamente el proceso de asimilación y acomodación (Gómez-Moliné y Sanmartí, 1996 y Moreira, 2000). Si este conflicto es compartido, vivido y con la intención de resolverlo en grupo se le denomina conflicto sociocognitivo.

Es necesario reconocer el papel fundamental que tiene el docente en el conflicto cognitivo porque según Piaget constituye la ayuda para solucionarlo, a través de preguntas y actividades, no dando la respuesta correcta sino orientándolo en su búsqueda (Díaz-Barriga y Hernández, 2001). Por ejemplo, al plantear la razón del por qué existen frijoles de diferentes colores y tamaños, uno de ellos contesta, por el tipo tierra. Entonces hacerle preguntas ¿Por qué crees tener razón? o ¿Cómo harías para probarlo? O bien decirle, vamos a sembrar frijoles negros en diferentes tipos de tierra y veamos si dependiendo del tipo de tierra dan lugar a frijoles diferentes.

Para Vigotsky, el alumno asimila los nuevos contenidos a través de la creación de la Zona de Desarrollo Próximo (diferencia entre el desarrollo actual y el desarrollo potencial), la cual sustenta que todo alumno debe ser considerado no como una "tabula rasa" porque él posee un conjunto de ideas previas que le permiten enfrentar y solucionar diversos problemas. Pero cuando no pueda resolverlo, debe partirse de la Zona de Desarrollo Real del mismo, es decir, de la capacidad individual que presenta para resolver por sí mismo un problema. Cuando su capacidad es limitada, el profesor o alguno de sus compañeros puede ayudarlo en su solución, creando así una Zona de Desarrollo Próximo, que se puede interpretar como la capacidad que tiene este mismo alumno para resolver el problema con la ayuda de otros (Fernández, 1994 y Gimeno y Pérez Gómez, 2002). Por ejemplo, el profesor deja a sus alumnos que resuelvan individualmente dos ejercicios de genética, se da cuenta que el alumno X no puede resolver uno de ellos, mientras que su compañero resuelve ambos ejercicios. Deja otros ejercicios similares pero ahora le añade esquemas y pide que lo resuelvan en parejas. Al terminarlo le pide al alumno X que explique sus soluciones. Si lo hiciese bien recibe puntos extras que se suman a los del equipo.

En la Zona de Desarrollo Próximo se generan procesos instruccionales, donde gradualmente el alumno menos experto o "novato" interioriza diversos procesos psicológicos de orden superior que le ayudaran a resolver una tarea por medio del

Ajuste de la Ayuda Pedagógica (instrucción guiada, demostración, moldeamiento, etc.). La ayuda pedagógica podría ser considerada como un "andamiaje", es decir, el experto "presta" su pericia momentáneamente al novato y la va retirando gradualmente, logrando con ello que éste último vaya alcanzando una mayor autonomía cognitiva y se del proceso de intrasubjetividad. De esta manera la ayuda de los otros es facilitar, guiar u orientar al novato para que alcance su propio nivel de pericia (Gómez-Moliné y Sanmartí, 1996).

Partiendo de la perspectiva Vigotskiana, la construcción de la Zona de Desarrollo Próximo considera que entre el aprendiz y el profesor se da un proceso de mediación semiótica, es decir, un proceso de intercambio lingüístico en cuyos mensajes encontramos implícitos una serie de informaciones que permiten la construcción de significados conjuntos entre ambos participantes. El lenguaje se convierte de esta manera en una herramienta que permite la "negociación de significados", similar a las herramientas que pudo construir el hombre prehistórico para desarrollar una práctica transformadora en su ambiente (praxis), la que a su vez generará una transformación en el pensamiento del hombre (Fernández, 1994 y Gómez-Moliné y Sanmartí, 2000). Un ejemplo de ello es el reportado por Márquez, Izquierdo y Espinet (2003), quienes observaron el desarrollo de la estrategia aplicada por una profesora a alumnos de nivel secundaria para abordar el tema del ciclo de agua. La estrategia comenzó al conocer la interpretación que dio cada alumno al presentarle una ilustración que careció de nombres. Después de la discusión se llega a una respuesta consensuada. A continuación la profesora propone a los alumnos que formulen preguntas con relación a la circulación del agua en la naturaleza. Seguidamente presenta la entidad del ciclo del agua como la explicación científica actual a todas estas preguntas y da a los alumnos una hoja con un diagrama. La profesora les indica que diferencien los lugares donde hay agua, cambios del agua de un lugar a otro y mencionen las causas de estos cambios. Una vez hecho esto, la profesora introduce un nuevo tema de reflexión ¿por qué se habla del ciclo del agua?. Hace que los alumnos repasen, sobre su diagrama, el recorrido del agua desde que sale de un almacén hasta que vuelve al mismo. La profesora escribe en el pizarrón las distintas localizaciones del agua de tal manera que los nombres y las flechas los unen, con el nombre del proceso que representan, acaba configurando un círculo. Cada alumno es invitado a utilizar este tipo de representación para mostrar posibles recorridos del agua. La profesora reproduce en el pizarrón los diferentes recorridos propuestos por los alumnos, quienes manifiestan sus dudas y dificultades al ver los recorridos planteados por sus compañeros. La profesora insiste en que el agua no sólo se evapora del mar ni únicamente llueve en las montañas. Finalmente la profesora plantea la necesidad de encontrar las causas de todos estos cambios. La principal causa identificada por los alumnos es el sol. La sesión finaliza con la clasificación, según su agente causal, de los diferentes procesos identificados.

De los resultados obtenidos de esta estrategia, los autores concluyen que las funciones principales que realizan los modos semióticos son: El habla (introduce aspectos temáticos en relación con la circulación del agua en la naturaleza, identifica y localiza diferentes entidades y sus propiedades, regula la construcción

de significados por parte del alumno y plantea y responde preguntas): El gesto (describe el movimiento, la dirección, el sentido y la intensidad de determinados procesos que se dan en el ciclo del agua, visualiza el efecto de determinadas interacciones y da indicios); El lenguaje visual (presenta un escenario sobre el que pensar y hacer, proporciona un símbolo para representar cambios y organiza el espacio para poder hacer una clasificación); El texto escrito en el pizarrón (muestra el consenso de toda la clase y sirve de soporte para ir construyendo la representación conjunta). Como vemos es primordial utilizar a lo largo del proceso de enseñanza y aprendizaje los distintos modos de comunicación, que los alumnos hablen, escriban, dibujen, interactúen con objetos y materiales con la pretensión de que lleguen hacerse mejores representaciones del mundo.

El interés principal recae en la posibilidad real de que el alumno transforme sus ideas previas por conocimientos de carácter más profundo o científico. Además, la aplicación constante de los aprendizajes adquiridos en situaciones reales, el estudiante tendrá mayores posibilidades de resolver problemas aún en aspectos de la vida cotidiana, considerando la importancia de este aspecto relacionado con la Zona de Construcción del Conocimiento, en la que también se va cediendo paulatinamente la responsabilidad, logrando así que alcance mayores niveles de autonomía.

El aprendizaje con otros, favorece la socialización y participación acorde con las demandas de las tareas en que se impliquen, generando con ello una visión propia de su alcance personal en la toma de decisiones y elevar su autoestima. Evidentemente, la relación con otros en la construcción del conocimiento va cimentando la posibilidad de negociar sus propios puntos de vista y contrastarlos con respecto a los de otros, para alternar sus ideas y conformar productos comunes y a tomar decisiones por sí mismos y llegar a acuerdos (Boggino, 2004 y Díaz-Barriga y Hernández, 2001).

Una de las limitaciones de la aportación de Piaget es que si bien ayudan a explicar la información de estructuras para seleccionar, organizar y almacenar la información, sólo permite entender que ésta se encuentra organizada desde los conceptos más inclusivos y descendiendo a los menos inclusivos. Una respuesta complementaria para comprender cómo se organiza la información nos la ofrece la perspectiva del Procesamiento humano de la información, que compara el conocimiento del ser humano con la computadora, que presupone que el sistema cognitivo humano dispondría de unos sistemas de entrada de información, de una base de datos que contienen tanto la información como las reglas para manejarla, y una salida de información (Gómez-Moliné y Sanmartí, 1996).

El conocimiento se halla organizado en redes de proposiciones constituidas por esquemas que se han formado como consecuencia de la interpretación del individuo de las distintas situaciones que ha vivido y son sus teorías particulares relativas a las experiencias. El crecimiento se rige por leyes asociativas y produce la acumulación de nueva información. Si no existen previamente esquemas que puedan integrar esta información, se producen nuevos esquemas que puedan hacerlo, por reestructuración de los esquemas previos (Díaz-Barriga y Hernández, 2001).

Como lo plantea Mayer (1987) citado por González-Pumariega, *et al.*, (2002), si el conocimiento es el centro de atención de la Psicología Educativa, el sistema de memoria es su lugar de actuación. En este aspecto se tiende a diferenciar tres tipos de “memorias” en nuestra estructura mental.

Primero entra a un registro sensorial, después se procesa en la memoria de corto plazo y posteriormente se transfiere a la memoria de largo plazo para su almacenamiento y recuperación.

Memoria sensorial– Es la encargada de recoger todos los estímulos medioambientales, vía receptores u órganos de los sentidos del humano, la cuál es retenida entre uno y cuatro segundos y después tiene a desaparecer o a ser remplazado. La mayor parte de la información casi nunca alcanza la memoria de corto plazo pero toda la información es monitoreada a cierto nivel y actúa la mente si es necesario (González-Pumariega, *et al.*, 2002).

Memoria de corto plazo– La entrada sensorial que se considera importante o interesante se transfiere del registro sensorial a la memoria de corto plazo. Aquí la memoria retiene la información hasta por 20 segundos o más si se ensaya repetidamente. La memoria de corto plazo puede retener información de dos eventos diferentes hasta por más o menos 7 minutos. Esta capacidad de memoria se puede incrementar si la información se divide en pequeñas secciones que tengan algún significado.

Memoria y almacenamiento de largo plazo– El almacenamiento de la información de la memoria a corto plazo es para usarse en la memoria de largo plazo. La memoria de largo plazo tiene capacidad sin límite. Algunos materiales son forzados en la memoria de largo plazo mediante memorización remota y sobre el aprendizaje. Los niveles más profundos de procesamiento tales como la generación de vínculos entre la información nueva con la vieja son mucho mejor para la retención de material con más éxito (Mergel, 1998).

Esto se puede llevar a cabo mediante dos vías:

1. Por repetición, que implica procesos cognitivo como la asociación, relación entre elementos de la información, técnicas de memotecnia, el repaso continuo, entre otros.
2. Significativamente, se establece relaciones de aplicación o transferencia de lo aprendido a situaciones semejantes o iguales de las que se obtuvo la información. Se da la significatividad también cuando existe una relación sustancial entre la información previa del alumno y la nueva que ha de aprender, lo cual implica que la misma esté acorde a las condiciones del desarrollo cognitivo del estudiante y que además posea una estructura lógica adecuada.

En la memoria a largo plazo los conocimientos se encuentran almacenados en varias modalidades, de acuerdo a su naturaleza: Memoria declarativa (se encuentra almacenada conceptos, leyes, teorías, principios o fórmulas); Memoria factual (se acumulan eventos, hechos, acontecimientos, fechas asociadas a ellos); Memoria procedimental (incorpora organizadamente todos aquellos aspectos relacionados con formas de llevar a cabo procedimientos, habilidades o destrezas motoras, algoritmos); Memoria estratégica (contiene aquellos procesos

secuenciados, organizados y definidos con un orden para alcanzar una meta con el mínimo grado de error); Memoria contextual (contiene el reconocimiento de las condiciones adecuadas para aplicar con éxito las memorias enunciadas anteriormente, considera las diferentes formas de pensar y resolver problemas en contextos específicos, incluyendo los diferentes campos académicos y las situaciones de la vida cotidiana) (Mergel, 1998).

El aprendizaje memorístico es importante en determinados momentos, pero a medida que se acumulan los conocimientos se requiere establecer relaciones significativas entre ellos para reestructurar los conocimientos (Gómez-Moliné y Sanmartí, 1996).

Intentando sintetizar lo mencionado anteriormente, para que se produzca un aprendizaje significativo debe darse lo siguiente: el material a aprender debe poseer significatividad lógica y significatividad psicológica, es decir, la nueva información debe relacionarse de modo no arbitrario y sustancial para poder ser relacionados con las ideas previas de los alumnos, dependiendo también de la disposición (desarrollo intelectual, motivación, actitud e interés) de éste por aprender, así como de la naturaleza de los materiales y contenidos de aprendizaje (Gómez-Moliné y Sanmartí, 1996 y González-Pumariega, *et al.*, 2002).

La nueva información por aprender, contenida en los materiales de aprendizaje debe ser lo suficientemente sustantivos, con una coherencia lógica y no azarosa ni arbitraria, así como tener una intencionalidad definida de tal manera que permita que el estudiante pueda relacionarlo con las ideas pertinentes que los seres humanos son capaces de aprender. Con respecto al criterio de la relacionabilidad sustancial (no al pie de la letra), significa que si el material no es arbitrario, un mismo concepto o proposición puede expresarse de manera sinónima y seguir transmitiendo exactamente el mismo significado. Hay que aclarar que ninguna tarea de aprendizaje se realiza en el vacío cognoscitivo, aún tratándose de aprendizaje repetitivo o memorístico, puede relacionarse con la estructura cognoscitiva, aunque sea arbitrariamente y sin adquisición de significado (Díaz-Barriga y Hernández, 2001 y Parolo, Barbieri y Chrobak, 2004).

Como lo señala Coll (1988), citado por González-Pumariega, *et al.*, (2002), cuando la intencionalidad del alumno es escasa se limitará a memorizar lo aprendido de forma mecánica y repetitiva, por el contrario, cuando ésta es elevada, el alumno establecerá múltiples relaciones entre lo nuevo y lo que ya conoce.

Durante el proceso del aprendizaje significativo, el alumno relaciona de manera no arbitraria y sustancial, la nueva información con algún aspecto ya existente en la estructura cognitiva (González-Pumariega, *et al.*, 2002). De hecho, es necesario mencionar que Ausubel reconoce la importancia de los esquemas como forma de organización de la estructura cognitiva, al igual que Piaget. Por ello, el significado será potencial o lógico, cuando nos refiramos al significado inherente que posee el material simbólico dada su propia naturaleza, y sólo podrá convertirse en significado real o psicológico cuando se haya convertido en un contenido cognoscitivo nuevo, diferenciado e idiosincrásico dentro de un individuo en particular relacionado de modo sustantivo con las ideas y haber interactuado con éstas (Ausebel, 1976, citado por González-Pumariega, *et al.*, 2002).

Es importante resaltar la importancia de que el alumno tiene que poseer en su

estructura cognoscitiva antecedentes acerca de la información nueva que ha de aprender, de tal forma que ésta pueda "anclarse" de la primera (Díaz-Barriga y Hernández, 2001).

$$\begin{array}{ccc}
 A & \text{-----} & a & = & A'a' \\
 \text{información} & & \text{información} & & \text{información} \\
 \text{previa} & & \text{novedosa} & & \text{aprendida}
 \end{array}$$

Claro está, la información puede existir pero de forma distorsionada o no existir, por lo cual el profesor o mediador puede crearla a través la utilización de los denominados organizadores anticipados. Cuando la información novedosa no puede anclarse de ninguna información previa, existe el riesgo de que esta se pierda o se recupere sólo por repetición memorística.

Para Ausubel el olvido se presenta cuando existe "obliteración", es decir, cuando el alumno no es capaz de discernir, después de haber aprendido alguna información, la información previa de la información novedosa.

Driver (1986) citado por Gómez-Moliné y Sanmartí (1996), resume las características de una nueva manera de concebir el aprendizaje, que tiene éxito creciente en la actualidad entre los profesores de ciencias. Considera que se basa en los tres aspectos siguientes: a) Encontrar las ideas anteriores del alumno y determinar las relaciones necesarias entre lo que se va a enseñar y lo que ya sabe el alumno, porque lo que "hay" en el cerebro de los alumnos es muy importante. b) Hallar los puntos de vista alternativos del alumno y proveerle de material, de tal forma que quede estimulado para reconsiderar o modificar tales puntos de vista y pueda encontrar sentido para establecer relaciones. c) Encontrar los significados y conceptos que haya generado el que aprende, ya que a partir de sus conocimientos, de sus actitudes, habilidades y experiencias se van a determinar los modos de que él mismo genere nuevas significaciones y conceptos que le sean de utilidad personal, debido a que quien aprende construye activamente significados.

Estas teorías espontáneas o ideas previas de los estudiantes son tarea de las actuales investigaciones para explicar la actividad mental de los estudiantes. Conocer cuál es la estructuración conceptual de los estudiantes se convierte en una de las tareas más importantes del docente en la planeación de la enseñanza y que hace más de veinte años surgió la teoría del cambio conceptual en el aprendizaje de las ciencias (Garritz, 2001). De este proceso hablaremos a continuación.

## 2.4 CAMBIO CONCEPTUAL

Uno de los grandes problemas al que se enfrenta la enseñanza de las ciencias es la existencia en los alumnos de fuertes concepciones alternativas a los conceptos científicos, que resultan muy difíciles de modificar y, en algunos casos, sobreviven a largos años de instrucción científica (Bello, 2004 y Pozo y Gómez Crespo, 1999). Esto nos indica que la enseñanza tradicional de la ciencia no promueve cambios conceptuales, procedimentales y actitudinales en los estudiantes, porque no se lo

propone, e incluso es cuestionable que las nuevas estrategias didácticas surgidas bajo el impulso del llamado constructivismo hayan logrado esos cambios (Pozo y Gómez Crespo, 1999), en parte porque los profesores no toman en cuenta dichas concepciones o ideas previas (Carretero, 1993), ni llevan a cabo estrategias didácticas centradas en los mecanismos del cambio conceptual que generen una mayor comprensión de los conceptos científicos y puedan aplicarse en la realidad cotidiana, los cuales son únicamente aplicados en los exámenes (Rodríguez-Moneo y Aparicio, 2004). Recordemos que la comprensión da sentido a las cosas, los datos dejan de ser arbitrarios y por lo tanto son más fáciles de retener (Pozo y Gómez Crespo, 1999), y como ya se mencionó en la sección anterior para que haya aprendizaje significativo es necesario que el alumno pueda relacionar el material de aprendizaje con las ideas previas que ya posee.

A estas ideas se les han dado diferentes connotaciones, algunas de ellas son: ideas intuitivas, ciencia de los niños, representaciones de los alumnos errores conceptuales, preconcepciones, concepciones alternativas, marcos alternativos, ideas de los niños, razonamiento espontáneo, representaciones, preconceptos (misconceptions, en inglés), teorías ingenuas, entre otras (Bello, 2004, Gil y de Guzmán 1994 y Rayas, 2004).

Se denominan ideas previas a las construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos y para brindar explicaciones, descripciones o predicciones, aún sin recibir ninguna enseñanza sistemática al respecto; ideas que se crean a partir de las experiencias cotidianas, las actividades físicas, las conversaciones con otras personas y de la información de los medios de comunicación, entre otros factores; representan modelos coherentes de conocimiento, aunque pueden parecer incoherentes a la luz de la ciencia o del conocimiento escolar. Se trata de explicaciones que los estudiantes van construyendo mediante la interacción con su medio tanto natural como social (Bello, 2004 y Rayas, 2004).

La mayoría de los estudios, realizados en campos muy diversos, coinciden básicamente en la caracterización de estas ideas previas:

- Son personales y parecen dotados de cierta coherencia interna.
- Presentan cierta semejanza con concepciones que estuvieron vigentes a lo largo de la historia del pensamiento.
- Son comunes a estudiantes de diferentes medios y edades.
- Son persistentes, es decir, no se modifican fácilmente mediante la enseñanza habitual, incluso reiterada.
- Se fundamentan principalmente en las experiencias de la vida cotidiana y pueden ser un obstáculo, en la comprensión del conocimiento (Gil y de Guzmán 1994 y Rayas, 2004).

Es por ello, que pensar en una hipótesis de compatibilidad, que señala que los procesos y productos del conocimiento científico tienen básicamente la misma naturaleza, es decir, que las personas y los científicos piensan de igual forma cuando se enfrentan a un problema, resulta poco adecuado, porque las ideas previas son más pragmáticas que lógicas y racionales, juzgan más la conveniencia de las conclusiones alcanzadas que el rigor y el valor de verdad del proceso seguido para obtenerlo y además el pensamiento científico requirió la construcción

de nuevas estructuras mentales que no forman parte del repertorio no cognitivo natural del ser humano (Pozo y Gómez Crespo, 1999).

Sin embargo, las ideas previas no resultan de una irregularidad o fallo de su sistema cognitivo, sino al contrario se van conformando enormes entramados de significado, en donde se mezclan conocimientos de sentido común y conocimientos científicos, fundamentados o no en conocimientos escolares, a la luz de la lógica del pensamiento infantil y la propia subjetividad, de tal forma que estas ideas impactan no solamente en los saberes y las redes de conocimientos tanto conceptuales, actitudinales, y procedimentales, sino también en el desarrollo de las capacidades del pensamiento (Pozo y Gómez Crespo, 1999 y Rayas, 2004). No es extraño, por tanto que haya una resistencia a modificarlas hacia concepciones científicas o, al menos, hacia concepciones más cercanas a ellas, dado que conforman buena parte del sentido común e incluso de la tradición cultural (Pozo y Gómez Crespo, 1999). A esta transformación se le ha denominado cambio conceptual, desde los años 80 (Bello, 2004). Aunque cabe señalar que existen precedentes, con notable antelación, por ejemplo llamaron la atención sobre la “prehistoria del aprendizaje” (Vigotsky, 1973), o se refirieron como “contra un conocimiento anterior” (Bachelard, 1938), también recordemos los trabajos de Piaget (1971), que plantean el rastreo del origen psicológico de las nociones hasta sus estadios precientíficos, o de Ausebel (1978), quien señaló la importancia de las ideas previas al señalar que “averigüese lo que el alumno ya sabe y enséñese consecuentemente” (Gil y de Guzmán, 1994 y Rayas, 2004).

Actualmente el cambio conceptual cuenta con numerosos modelos o teorías, que abarcan desde las posiciones más radicales que proponen la sustitución total de las ideas previas por los conceptos científicos hasta propuestas que aceptan la modificación gradual y parcial de las ideas de los alumnos, llegando a considerar la coexistencia dual o múltiple de concepciones en el estudiante, cuyo uso estará determinado por el contexto social y fuertemente determinado por aspectos afectivos (Bello, 2004 y Gil y de Guzmán, 1994).

Dentro de las teorías más radicales encontramos la teoría de la incompatibilidad, siendo la más conocida e influyente la de Strike y Posner (1985), citado por Bello (2004), Garritz (2001) y Gil y de Guzmán (1994), quienes señalan condiciones para el cambio conceptual:

- a) Es preciso que el estudiante sienta insatisfacción con sus concepciones existentes.
- b) La nueva concepción debe ser entendida (clara) y abrirle nuevas opciones.
- c) La nueva concepción debe parecer desde el inicio plausible (aceptable, tomando en cuenta sus posibles aspectos contraintuitivos).
- d) La nueva concepción debe ser fructífera y amplia, es decir aplicable a un gran grupo de fenómenos o eventos; resolver los problemas creados por su predecesora y explicar nuevos conocimientos y experiencias.

En otras palabras, para que los alumnos aprendan las teorías y modelos científicos es preciso que cambien radicalmente su forma de interpretar las cosas por otros más próximos a las teorías científicas más aceptadas. Las ideas previas estarán presentes en la evaluación inicial pero deben desaparecer a la hora de la evaluación final. Esto resulta muy difícil de lograr porque aunque se produzca un

verdadero aprendizaje de la ciencia, ello no implica un abandono del conocimiento cotidiano (Pozo y Gómez Crespo, 1999).

Tal vez el cambio conceptual no implique sustituir el conocimiento cotidiano por el científico, porque inclusive si los estudiantes encuentran información que contradiga sus ideas previas es difícil para ellos aceptarla pareciéndole errónea. En estas condiciones actúan de diversas maneras: la ignoran, la rechazan, no creen en ella, la reinterpretan a la luz de sus propias ideas, o bien, llegan a aceptarla haciendo sólo pequeños cambios en sus concepciones (Bello, 2004 y Gil y de Guzmán, 1994) y más difícil la transferencia o el uso del conocimiento escolar más allá del aula.

Otra teoría del cambio conceptual es la teoría de la integración jerárquica, que indica una relación entre estos dos conocimientos, en donde los alumnos sean capaces de integrar las formas más simples e intuitivas del saber en modelos más complejos, elaborados y explícitos, lo que implica a su vez, diferentes procesos de construcción del conocimiento científico y para lograrlo como lo señala Pozo y Gómez Crespo (1999), requiere un proceso de reestructuración, explicitación progresiva e integración jerárquica.

El proceso de reestructuración o cambio conceptual involucra la construcción de una nueva forma de organizar el conocimiento en un dominio que resulte incompatible con las estructuras anteriores, requiriendo adoptar nuevos supuestos epistemológicos, ontológicos, desde las formas más simples propias del conocimiento cotidiano hasta las estructuras más complejas de las teorías científicas. En el caso de los contenidos conceptuales se trataría que a partir del estudio de nociones concretas, el alumno vaya manifestando sus ideas previas y al hacerlo profundice en las estructuras conceptuales que subyacen a sus predicciones, acciones y creencias. Por lo que, la reestructuración se va logrando una explicitación progresiva de las teorías implícitas del alumno.

Estas concepciones sobre el aprendizaje de las ciencias han conducido en los últimos años a diversos modelos de enseñanza que tienen como objetivo explícito provocar en los alumnos una reestructuración o cambio conceptual (Pozo y Gómez Crespo, 1999). Así, para Driver (1986), citado por Gil y de Guzmán (1994), la secuencia de actividades incluiría:

- a) La identificación y clarificación de las ideas que ya poseen los alumnos.
- b) La puesta en cuestión de las ideas de los estudiantes a través del uso de contraejemplos.
- c) La introducción de nuevos conceptos, bien mediante "torbellino de ideas" de los alumnos, o por presentación explícita del profesor, o a través de los materiales de instrucción.
- d) Proporcionar oportunidades a los estudiantes para usar las nuevas ideas y hacer así que adquieran confianza en las mismas.

Al hablar e intercambiar puntos de vista, profesor y alumno van acomodando sus formas de percibir y de explicar los fenómenos y van compartiendo conocimientos, como de igual forma sucede al escuchar las conversaciones que realizan con sus compañeros o al observar y analizar los textos elaborados por los alumnos y sus representaciones tanto en dibujos, como en recursos esquemáticos como los mapas conceptuales, estos últimos han demostrado que son una

herramienta con enormes posibilidades para dar cuenta de las ideas previas que tienen los alumnos (Gómez-Moliné y Sanmartí, 2000 y Rayas, 2004).

La construcción del conocimiento científico envuelve también, un proceso metacognitivo, o aún mejor metaconceptual, de explicitación progresiva de las concepciones, enfrentando al alumno a problemas potenciales en contextos de interacción social que induzcan la comunicación de las propias concepciones y que mediante este proceso vaya sacando a la luz de su propia conciencia buena parte de ese continente sumergido que son sus teorías implícitas (Pozo y Gómez Crespo, 1999). La conciencia por parte de los alumnos de sus preconcepciones favorece el cambio conceptual (Rodríguez-Moneo y Aparicio, 2004), partiendo del nivel más superficial hacia niveles representacionales cada vez más profundos.

Además, la ciencia es una forma de hablar o contar las cosas que suceden (Pozo, 1999), de aquí que la explicitación progresiva tiene una segunda dimensión esencial, la formalización de las representaciones en códigos o lenguajes más científicos, de modo que la construcción del conocimiento científico involucra, también, un cambio en los lenguajes mediante los que se codifica y comunica el conocimiento, permitiendo así que se oigan y contrapongan múltiples voces y que vayan abriendo paso progresivamente a la descripción de procesos, la exposición de modelos y la argumentación de los mismos lo que implica un cambio del lenguaje cotidiano del alumno a un lenguaje de la ciencia (Pozo y Gómez Crespo, 1999). Por ello, la tarea de ayudar al desarrollo de las formas de comunicarse propias de la ciencia corresponde a todos y cada uno de los profesores de ciencias, tratemos entonces de enseñar a describir, explicar, justificar y argumentar, como forma de asegurarnos de que el aprendizaje sea significativo (Gómez-Moliné y Sanmartí, 2000 y Parolo, Barbieri y Chrobak, 2004).

Este aprendizaje al tratarse de un proceso consciente, reflexivo y sistemático requiere de un proceso de integración jerárquica, en donde los tres procesos, reestructuración, explicitación e integración jerárquica, deban ir de abajo hacia arriba, de las ideas previas superficiales a los más profundos, de casos concretos a las estructuras desde los que se analizan, de los hechos a los conceptos para llegar a los principios. Sólo estudiando contextos y situaciones concretas pueden los alumnos trascenderlas y llegar a remover los cimientos de estas ideas previas, logrando así un aprendizaje más eficaz, duradero y transferible (Pozo y Gómez Crespo, 1999). Por ello, es necesario evitar que los estudiantes se vean sumergidos en el tratamiento de una situación sin haber podido siquiera formarse una primera idea motivadora (Gil y de Guzmán, 1994).

Se trata pues, de conciliar la necesaria coexistencia representacional de las diversas formas científicas e intuitivas de conocimiento con una integración conceptual o jerárquica de las mismas. De tal forma que la labor del alumno no es repetir o recitar lo explicado por el profesor, sino argumentarlo, redescubrirlo en función de sus propias teorías implícitas que, con ello, se irán redescubriendo, explicitando y reestructurando. Es inevitable hacer una referencia, a las estrategias instruccionales que favorecen ese cambio (Pozo, 1999).

Una de estas estrategias es el Diseño Instruccional, propuesto por Merrill (2002), que establece diferentes niveles de elaboración y que a partir una situación real nos permite definir con nitidez los contenidos conceptuales que precisamos para lograr la construcción de los aprendizajes en los alumnos de una

forma organizada y elaborada, es decir esta estrategia si logra un aprendizaje significativo y conceptual.

De este Diseño Instruccional se hablará en el capítulo siguiente y, se mencionará las razones por las cuales se eligió esta estrategia de otras propuestas constructivistas.

## **CAPÍTULO III**

### **PRINCIPALES ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA PARA LA PROMOCIÓN DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO Y DISEÑO INSTRUCCIONAL**

- 3.1. Definición y características de las estrategias de enseñanza
- 3.2. Aprendizaje por descubrimiento
- 3.3. Enseñanza basada en el uso de problemas
- 3.4. Aprendizaje como un proceso de investigación
- 3.5. Diseño Instruccional
- 3.6. Diseño Instruccional propuesto por Merrill

Según Díaz-Barriga y Hernández (2001), la función central del docente consiste en orientar y guiar la actividad mental constructiva de sus alumnos, a quienes proporcionará una ayuda ajustada a su competencia, es decir nuestra labor no es la de transmitir información sino ayudar a aprender a aprender, aprender a hacer y aprender a ser (principios del Colegio de Ciencias y Humanidades), y para ello debemos tener un buen conocimiento de los alumnos, conocer sus ideas previas, reconocer que son capaces de aprender en un momento determinado, que tienen su estilo de aprendizaje y motivos intrínsecos y extrínsecos que los animan o desalientan, hábitos de trabajo, actitudes y valores que manifiestan frente al estudio concreto de un tema y recordar que están pasando por una etapa de transición muy importante y decisiva en su vida. De aquí, que el profesor no puede proporcionar el mismo tipo de ayuda, ni intervenir de igual forma con todos los alumnos y entre más dificultades tenga éstos en lograr el objetivo educativo planteado, más directivas tendrán que ser sus intervenciones. Lo que requiere una reflexión constante de y sobre lo que ocurre en el aula, y que a su vez se apoye en una planificación cuidadosa de la enseñanza.

Esta planificación constituye una tarea que ha de realizar diariamente el profesor, que conlleve a la elección de los contenidos, la organización y secuenciación de los mismos, considerar qué aspecto del currículum piensa cubrir con el diseño de las actividades de la clase, de posibles tareas extraescolares, la anticipación de las dificultades que pueden encontrar los alumnos, pensar en los recursos de que dispone (laboratorios, biblioteca) así como disposición del espacio y el mobiliario del salón de clases, entre otros aspectos. Componentes que se traducen en secuencia de acciones y que en su conjunto conforman una estrategia (Campanario y Moya, 1999 y Gimeno, 1995).

En este capítulo abordaremos algunas de las estrategias que se han propuesto para intentar vencer con mayor o menor éxito las dificultades del proceso de aprendizaje significativo de las ciencias (Campanario y Moya, 1999). Iniciaremos definiendo e indicando las características de las estrategias de enseñanza. Continuaremos con un análisis de las propuestas de enseñanza ubicadas dentro del ámbito del aprendizaje por descubrimiento, basada en uso de problemas, investigación dirigida y, por último, el Diseño Instruccional específicamente el propuesto por Merrill (2002).

Mencionaremos que a diferencia de las demás estrategias, la propuesta por Merrill (2002) es adecuada para formar estructuras conceptuales que ayuden a la comprensión de un tema tan abstracto como el metabolismo, a partir de las ideas previas que manifiestan los alumnos de un problema de la vida cotidiana.

### **3.1 DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA**

La enseñanza de la ciencia tiene que ayudar a los alumnos a aprender y hacer ciencia, es decir, enseñar a los alumnos procedimientos para su aprendizaje. Entendiéndose como procedimiento a la secuencia de acciones dirigidas a logro de una meta (Pro, 1998), que va desde las simples técnicas y destrezas hasta estrategias de aprendizaje y razonamiento (Pozo y Gómez, 1999).

Las técnicas son rutinas automatizadas como consecuencia de la práctica repetida, las estrategias involucran una planificación y toma de decisiones sobre los pasos que se van a seguir para alcanzar una meta establecida. La actividad deliberada y controlada la diferencia entre estos dos procedimientos (Pozo y Gómez Crespo, 1999).

Las estrategias de enseñanza son definidas como acciones integradas que el profesor hace entrar en juego para facilitar el aprendizaje de sus alumnos, existiendo coherencia entre los objetivos curriculares, los contenidos y la metodología docente, es decir, estas estrategias traduce la lógica del contenido y objetivos a condiciones operativas en el ámbito escolar.

Es necesario que, previo a la selección del tipo de estrategia indicada y de qué modo hacer uso de ella, se consideren los siguientes aspectos:

- Características generales de los alumnos, nivel de desarrollo cognitivo, conocimientos previos, factores motivacionales, entre otros.
- Tomar como unidades mínimas los procedimientos ya dominados por los alumnos (Pozo y Gómez Crespo, 1999).
- Conocimientos que no sólo requieren información verbal, sino también un conocimiento conceptual o comprensión de ese dominio, y cuanto mayor sean estos elementos, en lugar de moverse por teorías implícitas, más probable será el éxito de la estrategia (Pozo, 1999).
- La intencionalidad o meta que se desea lograr y las actividades cognitivas y pedagógicas que debe realizar el alumno para conseguirla. El profesor planteará tareas abiertas, que admitan varias vías posibles de solución e incluso varias soluciones posibles, evitando las tareas para encontrar la información memorística y sin razón de ser. Estas tareas tendrán escenarios cotidianos y significativos para el alumno, procurando que logre establezca conexiones entre ambos de situaciones (Pozo y Gómez Crespo, 1999).
- Vigilancia de las estrategias de enseñanza empleadas, así como del progreso y aprendizaje de los alumnos. Por ello, se hace necesario disponer de criterios para estructurar las estrategias de forma que la enseñanza pueda tener una continuidad (Pozo y Gómez Crespo, 1999), habrá que poner el énfasis en cada uno de los pasos que aparecen en la secuencia, pero cuando empiezan a interiorizarse, el profesor puede obviar algunos pasos, pues el proceso tiene que ser ágil y no es necesario hacer énfasis en su sistemática (Pro, 1998). Además no debe ser excesiva la cantidad elementos que la componen (Pozo y Gómez Crespo, 1999).

Cada uno de estos factores y su posible interacción constituyen argumentos decisivos para aplicar alguna estrategia y de qué modo utilizarla. Discutirlos con profesores es el camino para descubrir la racionalidad o irracionalidad propia de su práctica, promoviendo otras actividades (Gimeno, 1995).

Estrategias que se han clasificado en dos líneas principales las instruccionales e inducidas. Las de tipo instruccional proporcionan las ayudas al alumno para facilitar intencionalmente un procesamiento profundo de la información que va a aprender. Mientras que las inducidas se enfocan en las ayudas que se intentan promover en los alumnos con el propósito de que se las apropien y las utilicen de

manera autorregulada (Díaz-Barriga y Hernández, 2001).

Ambas estrategias se encuentran referidas a contenidos, existen otras que se enfocan sobre los procesos auxiliares que apoyan el aprendizaje, denominadas estrategias de apoyo y que favorecen las condiciones materiales y psicológicas en que éste se produce; que contemplan tópicos relacionados con la autoestima, tensión motivacional y, en general, con aquellos factores socioafectivos (Díaz-Barriga y Hernández, 2001 y Pozo y Gómez Crespo, 1999).

En lo que resta el capítulo, haremos referencia sobre las estrategias instruccionales que se ubican en la enseñanza.

Según Díaz-Barriga y Hernández (2001), las principales estrategias de enseñanza son los objetivos o propósitos del aprendizaje, resúmenes, ilustraciones, organizadores previos, preguntas intercaladas, pistas tipográficas y discursivas, analogías, mapas conceptuales, redes semánticas y uso de estructuras textuales. Que a su vez, pueden incluirse antes (preinstruccionales), durante (coinstruccionales) o después (posinstruccionales) de un contenido específico.

Otra clasificación que dan estos autores, es aquella que se refiere a los procesos cognitivos que con ellas, se activan o estimulan; estrategias para activar conocimientos previos y para establecer expectativas adecuadas en los alumnos, estrategias para orientar la atención de los alumnos y estrategias para promover el enlace entre los conocimientos previos y la nueva información que se ha de aprender.

- Activación de conocimientos previos: Puede servir al profesor en un doble sentido, para conocer lo que saben sus alumnos y para utilizar tal conocimiento como base para promover nuevos aprendizajes, se recomienda utilizarlas al inicio de la clase: Ejemplos, la actividad focal introductoria, la discusión guiada y la actividad generadora de información previa (Lluvias de ideas o tormenta de ideas).
- Orientar y guiar aspectos relevantes de los contenidos: Son aquellos recursos que el profesor utiliza para mantener la atención de los alumnos durante una sesión, discurso o texto. Son actividades fundamentales para el desarrollo de cualquier aprendizaje, se pueden aplicar de manera continua para indicar a los alumnos sobre qué puntos, conceptos o ideas deben centrar su aprendizaje. Ejemplos, señalizaciones internas y externas al discurso escrito.
- Para mejorar la codificación de la información que se ha de aprender: Permiten dar mayor organización a la información nueva que se aprenderá en forma gráfica o escrita, al presentar una adecuada organización de la información mejora su significatividad lógica, y en consecuencia hace probable el aprendizaje significativo de los alumnos; Ilustraciones, gráficas, preguntas intercaladas, entre otros ejemplos.
- Organizar la información nueva por aprender: Mejora su significatividad lógica al presentar relaciones entre conceptos en forma de proposiciones, favoreciendo que se logre un aprendizaje significativo; Resumen, mapas y redes conceptuales y organizadores gráficos.
- Para potenciar el enlace entre conocimientos previos y la información que se ha de aprender: Son destinadas a crear o potenciar enlaces adecuados

entre los conocimientos previos y la información nueva, asegurando con ello una mayor significatividad, se recomienda utilizar tales estrategias antes o durante las instrucciones para lograr mejores resultados en el aprendizaje. Ejemplos, organizadores previos y analogías.

Cabe mencionar que las anteriores estrategias no necesariamente tienen que aplicarse en la enseñanza expositiva basada en la presentación de información y además pueden emplearse de forma simultánea e incluso hacer híbridos de los mismos (Díaz-Barriga y Hernández, 2001).

Otras estrategias que le dan mayor protagonismo al alumno y están influenciadas por suposiciones de cómo se aprende son: el aprendizaje por descubrimiento, la enseñanza basada en el uso de problemas y aprendizaje como un proceso de investigación (Campanario y Moya, 1999). Todas ellas han tenido y tienen una gran influencia en la enseñanza de las ciencias razón por la cual haremos un análisis somero de las mismas.

### **3.2 APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO**

Según Ausbel, existen dos dimensiones de aprendizaje, la primera es el modo en que se adquiere el conocimiento y la segunda a la forma en que el conocimiento se incorpora en la estructura cognitiva del alumno. Dentro de la primera dimensión encontramos al aprendizaje por descubrimiento sobre el cual vamos a hablar a continuación.

Los defensores del aprendizaje por descubrimiento fundamentaban su propuesta en la teoría de Piaget, quien afirmó “cada vez que se enseña prematuramente a un niño algo que hubiera podido descubrir solo, se le impide inventarlo y, en consecuencia entenderlo completamente”. Esto nos indica que el contenido no se le da al alumno sino él tiene que descubrirlo, que lo aprendido por él mismo es más significativo y que se pone énfasis en la participación activa de los alumnos y en el aprendizaje y aplicación de los procesos de la ciencia (Campanario y Moya, 1999).

De acuerdo con este enfoque, la enseñanza se basa en el planteamiento y resolución de situaciones abiertas en donde el alumno pueda construir los principios y leyes científicos, siendo un método ideal para fomentar la adquisición de destrezas de pensamiento formal que, a su vez, lo capacitan para resolver casi cualquier tipo de problema en prácticamente cualquier dominio del conocimiento. Además se argumenta que la implicación activa en el aprendizaje y el contacto directo con la realidad redundarían en una mayor motivación de los alumnos, a mejorar su confianza en sus habilidades de aprendizaje y a prepararse para enfrentar los problemas de la vida (Campanario y Moya, 1999).

Sin embargo, el aprendizaje por descubrimiento ha sido duramente criticado tanto por las evidencias experimentales como por los análisis críticos. Se afirma que una búsqueda a tientas por parte del alumno da como resultado el aprendizaje de un conjunto de adquisiciones dispersas (Campanario y Moya, 1999 y Díaz Barriga y Hernández, 2001).

No es raro que los alumnos de enseñanza secundaria e incluso de universidad

apliquen estrategias de pensamiento nada formales (lo que confirma la impresión de muchos profesores de que el pensamiento formal no es rasgo de los adolescentes) e incluso heurísticas sesgadas por lo que a veces descubren otras cosas distintas a las que se pretendía. Además es frecuente que la experiencia empírica refuerza ideas previas erróneas de los alumnos sobre los fenómenos científicos (Campanario y Moya, 1999 y Pozo y Gómez Crespo, 1999).

Parece claro, que los alumnos suelen tener dificultades en una de las tareas básicas del aprendizaje por descubrimiento, como es la capacidad para contrastar hipótesis, que requiere imaginar otras posibilidades más allá de lo real o inmediato en un lenguaje formalizado (Campanario y Moya, 1999).

Con su énfasis en la observación y en la formulación de hipótesis, este enfoque tiene mucho que ver con concepciones inductivistas sobre la ciencia, grave error debido a que se sigue considerando que el aprendizaje se logra observando sin ninguna teoría por detrás que lo oriente y guíe o bien perdura la idea de que el método científico es una secuencia de pasos rígidos para conocer la verdad única (Campanario y Moya, 1999 y Díaz-Barriga y Hernández, 2001).

A pesar de estas limitaciones, el enfoque del aprendizaje por descubrimiento tiene algunos aspectos positivos aprovechables en la enseñanza de las ciencias experimentales. Por una parte, se insiste en el papel de los alumnos como responsables de su propio aprendizaje y por otra se presta cierta atención al aprender a descubrir, aspecto que todavía constituye una de las graves carencias de la formación en ciencias (Campanario y Moya, 1999).

### **3.3 ENSEÑANZA BASADA EN EL USO DE PROBLEMAS**

La propuesta consiste en organizar unidades didácticas articuladas en la resolución de problemas, entendiéndose en un sentido amplio, que incluye, por ejemplo, pequeños experimentos, conjuntos de observaciones, tareas de clasificación, aplicación flexible y razonada de técnicas, entre otros, los cuales son cuidadosamente seleccionados y estructurados, para su solución activa mediante situaciones de discusión con otros (aprendizaje cooperativo) y lograr el aprendizaje significativo (Campanario y Moya, 1999, Díaz-Barriga y Hernández, 2001 y Pozo y Gómez Crespo, 1999).

Al inicio del análisis del problema, el alumno crea un modelo mental relativo a la situación que se describe en el enunciado. Es muy posible que este primer modelo inicial sea incompleto y tenga lagunas importantes. Asimismo, descubrirá posibles alternativas y enfoques válidos que, en principio, pueden resultar apropiados para avanzar en la solución del problema o para explorar posibilidades (Campanario y Moya, 1999). El alumno que aprende tiene entonces que buscar y aprender contenidos relevantes, por lo que esta propuesta establece conexiones entre los conceptos teóricos y sus aplicaciones prácticas, así como estrategias autorreguladas ayudando a la transferencia de los conocimientos escolares a contextos más cotidianos (Díaz-Barriga y Hernández, 2001 y Pozo y Gómez Crespo, 1999).

A diferencia del aprendizaje por descubrimiento, la enseñanza basada en la resolución de problemas no se espera que el alumno descubra por sí mismo los

conocimientos científicos. Más bien, la selección y sucesión de problemas le orienta para que aprenda, a partir de fuentes diversas, los contenidos que se estiman relevantes en una disciplina dada (Campanario y Moya, 1999).

Como cualquier estrategia, el aprendizaje a partir de problemas presenta algunas limitaciones, por ejemplo la tarea del profesor no se reduce a seleccionar problemas que puedan ser más o menos compatibles con determinados contenidos teóricos. Por el contrario, la dirección en que se orienta el aprendizaje de los alumnos estaría determinada en crear dudas y formular preguntas que ayuden a activar sus conocimientos y encontrar una estrategia de resolución, fomentando la reflexión sobre lo observado y sobre sus consecuencias (Campanario y Moya, 1999 y Pozo y Gómez, 1999). Lo que exige prestar atención a los aspectos motivacionales y actitudinales de la enseñanza de las ciencias. Cuidando de que sean convertidos en meros ejercicios, guiados por un conjunto de instrucciones que el alumno se limita a seguir (Pozo y Gómez Crespo, 1999). Para evitarlo es necesario conseguir que el alumno convierta en suyos los problemas que elige el profesor como punto de partida del proceso de aprendizaje. Esto a su vez requiere mayor dedicación por parte del alumno y ello puede chocar con los hábitos pasivos de éstos, desarrollados tras años de inmersión en la educación tradicional (Campanario y Moya, 1999).

Las orientaciones sobre cómo desarrollar eficazmente este enfoque en la práctica son todavía objeto de vivo debate.

### **3.4 APRENDIZAJE COMO UN PROCESO DE INVESTIGACIÓN**

En el aprendizaje por investigación guiada, los problemas y su resolución ocupan un lugar central y adopta la concepción del equipo de investigación.

Una secuencia de la estrategia podría ser la siguiente:

- a) Planteamiento de situaciones problemáticas que generen interés en los alumnos.
- b) Los alumnos, trabajando en grupo, estudian cualitativamente las situaciones problemáticas planteadas y, con apoyo documental, empiezan a delimitar el problema y a explicitar ideas.
- c) Seguimiento de una estrategia científica, con planteamiento de hipótesis (y exposición de las ideas previas), elaboración de estrategias posibles de resolución, obtención de resultados, análisis y comparación de los mismos con otros compañeros o grupos de trabajo. Es ésta una ocasión para el conflicto cognitivo entre concepciones diferentes, lo cual lleva a replantear el problema y a emitir nuevas hipótesis.
- d) Los nuevos conocimientos se manejan y aplican a nuevas situaciones para profundizar en los mismos y afianzarlos. Este es el momento más indicado para hacer explícitas las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad.
- e) Elaboración de productos como resúmenes, esquemas, memorias, mapas conceptuales, entre otros.

(Campanario y Moya, 1999 y Díaz-Barriga y Hernández, 2001)

La investigación plantea la posibilidad de que los alumnos aprendan saberes científicos por medio de la resolución de un problema de interés (Díaz-Barriga y Hernández, 2001). El cambio conceptual se produce a lo largo de todo el proceso como un resultado más, de ahí el énfasis en el necesario cambio metodológico que debe acompañar todo el proceso. Esto nos plantea que tanto los diseñadores del currículo como los profesores cuestionen la ciencia que se debe, y que es posible enseñar. Es preciso reducir la cantidad de los contenidos conceptuales del currículum de las ciencias y prestar más atención a los aspectos metodológicos, al estudio de la construcción del mismo y a la relación ciencia-tecnológica-sociedad, tengamos presente que las demandas formativas de los alumnos si que ha cambiado (Pozo, 2003 y Campanario y Moya, 1999). Aunque, como ya lo mencionamos, el currículum de las ciencias no ha cambiado y que dicha reducción de los contenidos provoca un rechazo por parte del profesorado.

Al igual que sucede con otros enfoques, el aprendizaje como investigación no está exento de dificultades. Una de ellas, tiene que ver con la capacidad investigadora de los alumnos, lo que obliga casi siempre a plantear situaciones muy simplificadas y a que el profesor deba anticipar muchos de los problemas conceptuales y de procedimientos que, sin duda surgirán durante el desarrollo de las clases. De ahí que se le conozca como investigación dirigida. La segunda dificultad es que la estrategia, exige mucho más tiempo del fijado por los programas indicativos mermando el análisis de los demás contenidos. El tercer aspecto no deseable tiene que ver con la actitud de los alumnos porque tal vez no estén dispuestos a realizar la inversión de esfuerzos que conlleven un modo de aprender distinto al que están acostumbrados (como recibir explicaciones) o no encuentren interesantes las situaciones que se abordan en el trabajo de investigación (Campanario y Moya, 1999).

Las tres anteriores estrategias (aprendizaje por descubrimiento, por resolución de problemas e investigación dirigida) intentan que los alumnos adopten como forma de resolver los problemas los métodos de indagación y experimentación generalmente atribuidos a la ciencia. Reducir tal "actitud científica" es lo opuesto del espíritu de curiosidad, indagación y autonomía que caracterizan el quehacer científico, pues la ciencia es un proceso constructivo y dinámico y no de repetición y acumulación de recetas mágicas, aplicación ciega de unos procedimientos establecidos o la aplicación rigurosa del método científico para llegar a establecer saberes absolutos. Al contrario se trata de que el alumno aprenda ciencia en busca del significado y del sentido, que sea capaz de aprenderla o ayudarlos cuando tengan dificultades o bien dejar que sus compañeros lo ayuden. Para lo cual, es necesario conocer sus ideas previas y limitaciones y así poder realizar una intervención instruccional adecuada, de tal manera que fomente el interés intrínseco por aprender ciencia y que influya más en el futuro académico y personal del alumno que los propios contenidos aprendidos (Pozo y Gómez Crespo, 1999).

A continuación veremos en qué consiste el Diseño Instruccional y muy específicamente el propuesto por Merrill (2002).

### 3.5 DISEÑO INSTRUCCIONAL

El Diseño Instruccional es una estrategia constructivista que parte del planteamiento de un problema de la vida cotidiana, pero su solución no es a través de la aplicación de una metodología que comienza por la observación de los hechos y del cual extraen leyes y principios, sino a través de una instrucción específicamente diseñada consistente en una serie de fases que ayuden a los alumnos a construir esquemas como posible respuesta, para que luego se generalice o transfiera a otros nuevos. En este caso, los contenidos escolares no son un fin en sí mismo sino una vía para desarrollar capacidades. En cada una de las fases la labor del profesor es ayudar al alumno a redescubrir explicitar y reestructurar sus propias ideas previas contrastándolas con otras explicitaciones explícitas y actividades de enseñanza (Pozo, 1999).

Reigeluth (1999), citado por Merrill (2002), menciona que existen dos grandes grupos de métodos instruccionales: básicos y variables. Pero Merrill, prefiere llamar a los métodos básicos como principios de instrucción y a los métodos variables como programas y prácticas.

Un principio es una relación verdadera bajo condiciones apropiadas, necesaria para la instrucción efectiva y eficiente, independientemente de la práctica o programa en el que se incluya. Una práctica es una actividad instruccional específica, y un programa es un enfoque consistente en un conjunto de prácticas prescritas.

Los principios fundamentales a los que hace referencia Merrill (2002), son:

1. El aprendizaje es promovido cuando los aprendices se involucran en la solución de problemas (**PROBLEMATIZACIÓN**).
2. El aprendizaje se promueve cuando el conocimiento existente es activado como fundamento para el nuevo conocimiento (**ACTIVACIÓN**).
3. El aprendizaje es promovido cuando el nuevo conocimiento es demostrado al aprendiz (**DEMOSTRACIÓN**).
4. El aprendizaje se promueve cuando el aprendiz aplica el nuevo conocimiento (**APLICACIÓN**).
5. El aprendizaje es promovido cuando el aprendiz integra a su mundo el nuevo conocimiento (**INTEGRACIÓN**).

Estos principios pueden ser incluidos por una amplia variedad de programas y prácticas que conforman las teorías instruccionales o diseños instruccionales. Cada una de ellas difiere ya sea porque incluyen algunos de los principios como el de la teoría del Episodios Instruccionales de Andre (1977), citado por Merrill (2002), constituido por tres de ellos (activación, demostración y aplicación). O bien enfatizan algunos de ellos, como es el caso de la teoría de Herencia Estelar (Star legacy) del Centro de Tecnología del Aprendizaje de Vanderbilt, quien considera que el problema es un reto a resolver, los alumnos comparten y comparan sus ideas, para después de una fase de demostración y aplicación ellos defiendan sus ideas y reflexionen acerca de las mismas.

Las teorías instruccionales son conjuntos de principios sistemáticamente integrados que permiten la aplicación práctica de las teorías del aprendizaje, en diferentes situaciones. De aquí que Merrill (2002) señala que cuando un programa

instruccional viole o no implemente uno o más de estos principios, el resultado será un decremento en el aprendizaje o en el desempeño.

Estas teorías son prescriptivas en el sentido de que ofrecen orientaciones acerca de los métodos óptimos a utilizar para crear los cambios deseados en el conocimiento y habilidades del que está aprendiendo (Nuñez, González y Piñeiro, 2002).

Para elaborar el contenido con este modelo, es necesario en primera instancia identificar las unidades de aprendizaje, es decir los componentes con los que se construye el contenido y permitan una metodología de desarrollo según el tipo de contenidos (por esta razón, en el programa indicativo del CCH, aparece una tabla de contenidos y en la primera columna se muestra los aprendizajes a los que se quiere llegar, posteriormente están estrategias y por último la temática).

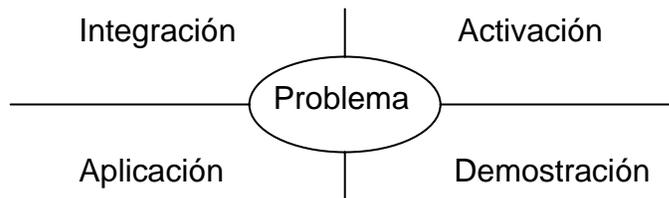
La secuencia de los contenidos deben estar organizados en estructuras aprehensibles (Molina y Molina, 2002), ir de lo más general e inclusivo a lo más detallado y específico, de conceptos supraordinados a los subordinados, de información simple a más compleja, estableciendo al mismo tiempo contenidos del mismo nivel, y con todo ello, facilitar la integración jerárquica, ya mencionada en el apartado de cambio conceptual. Ideas retomadas por Reigeluth, citado por Díaz Barriga y Hernández (2001), en la teoría de la instrucción llamada Teoría de la elaboración, quien propuso presentar al inicio de la instrucción elementos simples, generales y fundamentales del contenido y después pasar a elaborar cada uno de ellos por medio de la introducción detallada y cada vez más compleja.

La teoría de la elaboración, analiza macroestrategias para la secuenciación en interrelación de las materias de un curso y las microestrategias referidas al diseño y presentación de materiales de un tema determinado. En cambio la teoría de Presentación de Merrill, es la más detallada de las teorías instruccionales; se concentra en microestrategias que se utilizan para la instrucción de conceptos, principios y procedimientos. En el caso de la instrucción conceptual, proporciona ayudas, tales como apoyos nemotécnicos (procedimientos científicos para fijar en la memoria datos difíciles de recordar) y procura dar una gama amplia de ejemplos (Nuñez, González y Piñeiro, 2002). Aspectos que se consideraron en la decisión de aplicar esta teoría de instrucción en el presente trabajo, además de que comienza con el análisis de un suceso de la vida real, en donde ellos expresan sus ideas previas y a partir de ellas las reestructuran y las explicitan de tal forma que integran estructuras conceptuales más formales (desde la fase de activación a la fase de integración).

### **3.6 DISEÑO INSTRUCCIONAL PROPUESTO POR MERRILL**

Dentro de los modelos y teorías clásicas encontramos la Teoría de la Presentación de Merrill o también conocida como Component Display Theory que incluye un conjunto de especificaciones que plantean; a dónde queremos llegar con la instrucción (objetivos); qué haremos para llegar ahí (actividades de aprendizaje) y cómo sabremos si llegamos (evaluación) (Merrill 2002), partiendo de las ideas previas.

Para Merrill (2002), el aprendizaje eficaz es aquel que involucra al alumno en la resolución de un problema real con la aplicando de cuatro fases de instrucción; a) activación de experiencias previas, b) demostración de habilidades, c) aplicación de habilidades y d) integración de esas habilidades a actividades de la vida real. Esto se ilustra en la siguiente figura:



Se entiende como problema a un conjunto amplio de actividades que involucran el planteamiento de tareas abiertas con varias soluciones posibles, y que además sean de situaciones cotidianas y significativas para el alumno, procurando que él, a través de las siguientes fases de la instrucción, logre establecer conexiones entre ambos tipos de situaciones y reflexione sobre lo que está haciendo para no caer en la realización mecánica de estas actividades (Merrill, 2002 y Pozo y Gómez Crespo, 1999).

Lo interesante del Diseño Instruccional es que inicia a partir de un planteamiento de problema que se les realiza a los alumnos de un suceso de la vida cotidiana (de lo inmediato, concreto y tangible) y no de un problema científico como ocurre comúnmente (Pozo y Gómez Crespo, 1999).

Recordemos la dificultad que tienen los alumnos para imaginarse y comprender todo lo que se encuentra muy alejado de la escala humana como puede ser lo muy grande o lo muy pequeño. Por ejemplo, a nivel astronómico es difícil imaginarse el tamaño de los planetas o las distancias entre ellos. Con respecto al mundo microscópico, es muy difícil comprender los sucesos a nivel celular, molecular, atómico y subatómico. Lo mismo ocurre con todo lo que se mueve muy rápido, con velocidades cercanas a la de la luz, o hechos que ocurren en fracciones infinitesimales de segundo, como sucede en las reacciones enzimáticas. La dificultad para visualizar o imaginarse objetos tridimensionales, que generalmente sólo se ven en dos dimensiones mediante esquemas o fotografías, por ejemplo, la estructura de una proteína, el DNA o una célula. Sobre todo la escasa aplicabilidad del pensamiento formal en los salones clases, por lo que el pensamiento concreto sigue ligado a la realidad inmediata (Pozo y Gómez Crespo, 1999). Es decir, el Diseño Instruccional propuesto por Merrill (2002), es de suma importancia, debido a que permite desarrollar el pensamiento formal (que según la teoría de Piaget se desarrolla a partir de los 11-12 años, completándose el proceso al final de la adolescencia).

Ante este planteamiento de problema de la vida cotidiana los alumnos comienzan a manifestar sus ideas previas y no como se acostumbra con ejercicios repetitivos.

A continuación analizaremos las fases de instrucción propuestas por Merrill (2002):

**Activación:** Al comenzar cuestionando a los alumnos acerca de un suceso o de temas relevantes, nos indica que se puede activar el interés de ellos para originar un nuevo conocimiento (Merrill, 2002). Es preciso entonces, que el profesor conozca sus ideas previas, la forma en como las plantean, el lenguaje que usan, los razonamientos que aplican, las actitudes que asumen y el reconocimiento de que existen otros puntos de vista y así permitir que todas las opiniones que se manifiesten sean acogidas en el grupo (Gómez-Moliné y Sanmartí, 1996).

La exposición por parte del alumno acerca de sus ideas previas ante el grupo favorece la socialización y genera con ello una visión propia de su alcance personal en la toma de decisiones y elevar su autoestima.

Pero no sólo la fase de activación consiste en escuchar y confrontar las ideas previas de los alumnos, sino también con el uso de analogías o introducción de nuevos puntos de vista por parte del docente o material didáctico, puedan ellos reestructurarlas a unas más complejas, a formatos más explícitos con códigos y lenguajes en los que los que se formulan los conocimientos científicos (Gómez-Moliné y Sanmartí, 1996).

Para facilitar la estructuración y formalización del conocimiento existen instrumentos de mucha utilidad, como son los mapas conceptuales construidos por los mismos alumnos. Se trata de que ellos mismos reconozcan lo que saben y lo que ignoran.

Los puntos anteriores, nos hacen referir a:

- a) Piaget, quien consideró que el progreso del conocimiento debe existir un conflicto cognitivo consciente a partir del cual el alumno modifique sus esquemas, es decir aprenda.
- b) El concepto de la zona de desarrollo próximo propuesto por Vigotsky, donde paulatinamente el alumno interioriza diversos procesos psicológicos que le ayudaran a alcanzar una mayor autonomía cognitiva. Como ya lo mencionamos anteriormente en la construcción de la Zona de Desarrollo Próximo se da un proceso de mediación semiótica, es decir, un proceso de intercambio lingüístico entre el profesor y el alumno, aspecto importante en la fase de demostración.

**Demostración:** Merrill (2002) propuso que el aprendizaje es promovido cuando la instrucción se demuestra, no se explica. La demostración tiene que ser consistente con el objetivo de aprendizaje, a través de ejemplos y no de conceptos, realizando pequeñas investigaciones en lugar de prácticas que consumen mucho tiempo y visualizando procesos no conceptos aislados (fotosíntesis es un proceso no un concepto).

Esta guía de atención y de focalización de información relevante facilita la adquisición de conocimientos, la supervisión de ejercicios corrigiendo errores técnicos y el acceso a información relevante (Pozo y Gómez Crespo, 1999).

Mayer (1992) citado por Merrill (2002), demostró que las ilustraciones contribuyen poco al Diseño Instruccional porque generalmente son ignoradas por los alumnos. En cambio, el empleo de un multimedia promueve un aprendizaje más eficaz. Este dato nos motivó a la realización de un software educativo que

muestra las diferentes reacciones metabólicas de la glucólisis, ciclo de Krebs y transporte de electrones.

El uso del software educativo favorece que el alumno interactúe de forma dirigida con los nuevos contenidos, que desarrolle sus propias estrategias de aprendizaje, reciba la ayuda que aparece programada en el software, que busque y seleccione la información que para él es más relevante, interactúe con representaciones de procesos naturales en movimiento, que en otras condiciones es a veces muy difícil o imposible de lograr, por ejemplo, el conjunto de reacciones metabólicas.

Posiblemente un uso racional y científico de las computadoras y de los programas interactivos permitirán la utilización de estrategias de aprendizaje de gran impacto para el logro de la actividad colectiva, como es el trabajo en proyectos, y que de manera integrada con otros medios, se propicie la labor formativa. Su impacto motivacional que genera la adecuada utilización de los mismos redundará en una mejor disposición ante el aprendizaje y permite la formulación de nuevos tipos de tareas, en las que se pone al estudiante en condiciones de un mayor protagonismo y a su vez refuerza la atención a los procesos formativos. Con las posibilidades que tiene hoy la computación se pueden elaborar programas que permitan evaluar a los estudiantes y que estos se autoevalúen, pero a la vez no sólo controlar los aciertos o desaciertos, sino el tiempo que demoran en responder, si solicitan ayuda complementaria, entre otras facilidades (Roque, *et al.*, 1997).

Así pues, es indiscutible la necesidad de informatizar el aprendizaje que significa mejorar la eficacia de los procesos de enseñanza y aprendizaje, potenciando la actividad del educando, la interacción con el docente y con sus pares y la comprensión de los contenidos del curriculum desde una concepción constructivista. Potencia las actividades cognitivas de las personas enriqueciendo el campo perceptual y las operaciones de procesamiento de la información. Las nuevas tecnologías contribuyen a esclarecer, estructurar, relacionar y fijar mejor los contenidos a aprender. Potencia el “aprender a pensar”. La motivación de quien aprende aparece como un factor determinante en el aprendizaje de nuevos conocimientos (Roque, *et al.*, 1997).

Con estos sistemas se reproduce tantas veces se quiera secuencias y animaciones que representan sucesos bioquímicos como las reacciones metabólicas entre ellas las fases de la respiración, glucólisis, ciclo de Krebs y transporte de electrones.

Cada paso contenido en el programa interactivo capacita al alumno para abordar el siguiente, lo que implica que el material se elabora en pequeñas etapas permitiendo así, numerosas respuestas que deben ser convenientemente reforzadas. El alumno no tendrá ninguna dificultad si el material ha sido bien diseñando. En este sentido, hay que destacar, la importancia de los buenos programadores de material docente.

En cuanto a su influencia en el diseño de software educativo, Ausubel (1979), refiriéndose a la instrucción programada y a la enseñanza asistida por ordenador, comenta que se trata de medios eficaces sobre todo para proponer situaciones de descubrimiento y simulaciones, pero no pueden sustituir la realidad del aula.

En tal sentido, es preciso señalar que no existen software que enseñen a pensar y en su mayoría constituyen una postura práctica sobre el aprendizaje, que no se complica con adquisiciones teóricas, y con resultados palpables en lo que el estudiante debe saber hacer, en esencia, no existen software para la enseñanza donde el alumno se enfrente a la resolución de problemas y pueda desarrollar todo el proceso de solución donde se incluye lo cognitivo y lo meta cognitivo (Roque, *et al.*, 1997).

A pesar de lo anterior, la teoría constructivista de Papert (1987), creador del lenguaje LOGO, propone un cambio sustancial en la escuela: un cambio en los objetivos escolares acorde con el elemento innovador que supone el ordenador.

Para Papert (1987), el ordenador reconfigura las condiciones de aprendizaje y supone nuevas formas de aprender. El lenguaje LOGO será una pieza clave, pues mediante la programación, el estudiante podrá pensar sobre sus procesos cognitivos, sobre sus errores y aprovecharlos para reformular sus programas. En otras palabras, la programación favorecerá las actividades metacognitivas. Se trata, entonces, de un medio revolucionario que puede llegar a modificar las formas de aprender (Roque, *et al.*, 1997). Sin embargo, el uso del ordenador no debe limitarse dado tradicionalmente en el ámbito escolar, relegando al alumno a un segundo plano. El ordenador debería ser una herramienta con la que pueda llevar a cabo sus proyectos y tan funcional como un lápiz.

En este sentido, debe destacarse el importante papel que juega el profesor en la utilización de software interactivo y que su aplicación en cada situación supondrá también unos procesos y problemáticas diferentes. De esta manera, los procedimientos y resultados de cualquier actividad basada en el ordenador surgirán a través de la charla y actividad conjunta entre maestro y alumnos. Es decir, el mismo software usado con combinaciones diferentes de maestros y alumnos en ocasiones diferentes, generará actividades distintas. Estas actividades distintivas se llevarán a cabo en escalas de tiempo diferente, generarán problemas diferentes para los alumnos y maestros y casi tendrán ciertamente resultados de aprendizaje diferentes (Roque, *et al.*, 1997).

**Aplicación:** El aprendizaje es favorecido cuando los nuevos conocimientos son aplicados por los alumnos en la resolución de problemas (Merrill, 2002) o ya son capaces de redescubrir los anteriores y de esta forma explicitarlos de una manera más acorde al lenguaje científico (Pozo, 1999). Lo ideal sería que los alumnos empleen los conocimientos o habilidades adquiridas a una variedad de problemas que se les planteen, de aquí la importancia de haberles proporcionado una variedad de ejemplos, guiados en la resolución de problemas con una apropiada retroalimentación y entrenamiento, incluyendo detección y corrección de errores, dejándolo solo poco a poco en la resolución de problemas variados. La mayoría de ellos aprenden de sus errores, cuando los reconocen, los superan y analizan como evitarlos en el futuro (Merrill, 2002). Puede, también, compararlos con el concepto inicial, a fin de que reconozca su progreso y valore las ventajas de la nueva posición, que vayan tomando conciencia de las condiciones para futuras aplicaciones, de las dificultades que plantea y de los resultados que produce (Gómez-Moliné y Sanmartí, 1996). Por lo tanto esta fase envuelve un proceso metacognitivo o, si se prefiere metaconceptual.

**Integración:** Se logra el aprendizaje cuando el alumno integra (transfiere) el nuevo conocimiento o habilidad a su vida diaria (Merrill, 2002) cuando ya construyó estructuras más complejas a partir de sus ideas previas (Pozo y Gómez Crespo, 1999).

En esta fase al alumno se le da la oportunidad de manifestar lo que aprendió, recordemos que ellos una vez que aprendieron lo quieren mostrar a sus compañeros y lo hacen de una manera entusiasta.

Pero esto no quiere decir que terminó el proceso, porque aquí es cuando el alumno es capaz de reflejar, discutir, defender o compartir su nuevo conocimiento o habilidad y él es capaz de sintetizar, editar y crear uno nuevo o habilidad (Merrill, 2002).

Lo deseable es que el alumno transfiera los conocimientos a manipulaciones o experiencias concretas porque él no está acostumbrado a relacionar el nuevo aprendizaje con el entorno. Sin embargo, la búsqueda de los puntos de referencia en la estructura cognitiva de los alumnos que faciliten esta transferencia es uno de los campos más importantes de la investigación didáctica (Gómez-Moliné y Sanmartí, 1996).

La secuencia: problematización, activación, demostración, aplicación e integración no debe tomarse como algo rígido, porque en ningún caso se requiere dominio ya que hablamos de construcción de conocimiento en contextos escolares a partir de un problema de la vida real. Construcción que implica un aprendizaje constructivo y una reestructuración teórica, explicitación progresiva y una integración jerárquica.

Las fases que componen la estrategia del Diseño Instruccional de Merrill (2002) coinciden con la metodología planteada por el programa indicativo de Biología III del CCH. Ambas sugieren promover el aprendizaje significativo y cambio conceptual desde las formas más simples propias del conocimiento cotidiano hasta estructuras más complejas de las teorías científicas; aspecto que fue determinante para elegir esta estrategia.

El siguiente capítulo analiza la propuesta del CCH, que tiene, entre una de sus finalidades, lograr que a la cultura básica del bachiller se incorporen conocimientos, habilidades intelectuales, actitudes y valores que lo ayuden a interpretar de forma más lógica, racional y mejor fundada de la naturaleza.

## **CAPÍTULO IV**

### **LA PROPUESTA DE ENSEÑANZA DE BIOLOGÍA III EN EL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES**

- 4.1. Proyecto del Colegio de Ciencias y Humanidades
- 4.2. Expectativas de aprendizaje del Área de Ciencias Experimentales del CCH
- 4.3. Expectativas de aprendizaje de la Biología III en el CCH
- 4.4. Estrategia propuesta por el CCH para lograr el aprendizaje de Biología III

El bachillerato de la UNAM está integrado por la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH). Cada institución, tiene sus propios programas de estudios, el de la ENP es una programación anual, mientras que el del CCH es de tipo semestral, ambos sistemas se cursan en tres años (<http://www.cch.unam.mx/antecedentes.php>).

El presente capítulo se enfocará en el CCH, debido a que fue la institución donde se llevaron a cabo las actividades del Diseño Instruccional propuesto por Merrill (2002).

#### **4.1. PROYECTO DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES**

El proyecto del CCH fue aprobado por el Consejo Universitario de la UNAM el 26 de enero de 1971, durante el rectorado de Pablo González Casanova. El 12 de Abril de ese mismo año iniciaron las actividades los planteles Azcapotzalco, Naucalpan y Vallejo, mientras que los planteles Oriente y Sur lo hicieron un año después.

Actualmente, el CCH está conformado por una Dirección General, cinco planteles y por un Laboratorio Central. Cuenta con una planta docente de aproximadamente 2 mil 800 profesores (cuyo promedio de edad es de 45 años) y con una población estudiantil de poco más de 51000 alumnos que representan el 53% de los estudiantes de bachillerato (el 20.44% del total de alumnos de la UNAM) (Comisión Especial para el Congreso Universitario, 2003).

La creación del Colegio fue para atender una creciente demanda de ingreso al bachillerato en la zona metropolitana y al mismo tiempo para resolver la desvinculación existente entre las diversas escuelas y facultades y los institutos y centros de investigación de la UNAM, así como para impulsar la transformación académica de la propia Universidad con una nueva perspectiva curricular y nuevos métodos de enseñanza (<http://www.cch.unam.mx/antecedentes.php>).

A lo largo de su historia, el Colegio ha ido cambiando para elevar la calidad de la enseñanza que imparte, así por ejemplo, se destaca la creación de su Consejo Técnico en 1992; la actualización de su Plan de Estudios en 1996, la obtención del rango de Escuela Nacional en 1997, la instalación de la Dirección General en 1998 y nuevamente la revisión de los contenidos de las asignaturas que componen su plan de estudios, los cuales fueron puestos en marcha a partir del ciclo escolar anterior.

El CCH, es un bachillerato de cultura básica y tiene la característica de ser propedéutico, general y único. Se rige bajo los términos de la Ley Orgánica y del Estatuto General de la Universidad y cuenta con una legislación propia, que es el Reglamento de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (<http://www.cch.unam.mx/antecedentes.php>).

El Colegio persigue en sus egresados que sean sujetos y actores de su propia formación y de la cultura y de su medio, capaces de obtener, jerarquizar y validar información, utilizando instrumentos clásicos y tecnologías actuales, y resolver con problemas nuevos, que tengan las bases para cursar con éxito sus estudios de nivel superior y ejercer una actitud permanente de formación autónoma.

Además de la formación como bachilleres universitarios, el Colegio busca que sus estudiantes se desarrollen como personas dotadas de valores y actitudes éticas sólidas; 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 dispuestos al diálogo y solidarios en la solución de problemas sociales y ambientales (Colegio de Ciencias y Humanidades Unidad Académica del Ciclo de Bachillerato, 1996 y <http://www.cch.unam.mx/antecedentes.php>).

El plan de estudios original del Colegio se impartió en sus primeros 25 años de vida. Sin embargo, se observaba que el egreso estudiantil rara vez superaba el 30% en cada generación y con deficiencias en la adquisición de habilidades básicas, por lo que el 8 de diciembre de 1991, comenzó a realizarse la revisión del Plan de Estudios y los Programas de Estudios del CCH, el cual empezó a llevarse a cabo en 1996. Este Plan de Estudios Actualizado (PEA) sigue conservando materias básicas pertenecientes a las cuatro áreas: Ciencias Experimentales, Histórico-Social, Matemáticas y el área de Talleres de Lenguaje y Comunicación. Asimismo, se incorporan al plan de estudios las asignaturas de Lengua Extranjera (Inglés o Francés) y Cómputo (Anexo 1, p. 138). Además se cursan materias optativas de índole técnico y se realizan actividades culturales, artísticas, recreativas y deportivas (Colegio de Ciencias y Humanidades Unidad Académica del Ciclo de Bachillerato, 1996).

De las cuatro áreas, únicamente hablaremos del área de Ciencias Experimentales, dado que aquí es donde encontramos la asignatura de Biología.

#### **4.2. EXPECTATIVAS DE APRENDIZAJE DEL ÁREA DE CIENCIAS EXPERIMENTALES DEL CCH**

En el área de Ciencias Experimentales puede decirse que a través de la física, química, biología, ciencias de la salud se dota al alumno de los conocimientos y habilidades intelectuales que permitan acceder por si mismo a las fuentes del conocimiento y, más en general, de la cultura, es decir el desarrollo de las competencias académicas básicas, tales como formular y expresar sus ideas, comprender la información científica que se le presente en los libros, revistas, medios de comunicación, simposiums, abordar los conocimientos en un contexto universal que reconozca las aportaciones, avances y perspectivas del desarrollo científico y tecnológico nacional, contribuir al aumento de vocaciones para el estudio de las carreras científicas y tecnológicas, a través de una experiencia significativa del aprendizaje de las ciencias. Para lograrlo se trata de evitar el memorismo, comprender la estructura, el comportamiento y la transformación de la materia y energía el desarrollo de su conciencia en los campos de la sexualidad, preservación de su salud y medio ambiente, que le permitan un desarrollo armónico e integral del mismo. Cabe destacar que las asignaturas de Psicología y Ciencias de la Salud, juegan un papel importante en la formación completa en el campo del bienestar psíquico y corporal del ser humano (Colegio de Ciencias y

Humanidades, 2006, Colegio de Ciencias y Humanidades Unidad Académica del Ciclo de Bachillerato, 1996 y <http://www.cch.unam.mx/antecedentes.php>).

Todas las asignaturas del Área, según el informe “Orientación y sentido de las áreas del plan de estudios actualizados” (Colegio de Ciencias y Humanidades, 2006), permitirán en su conjunto al alumno: Aprender a Aprender, Aprender a Hacer, Aprender a Ser y Aprender a Convivir, lo que implica el desarrollo de de habilidades y actitudes de reflexión, racionalidad curiosidad y deseo de saber, proceder sistemático, apego a la verdad y respeto al trabajo intelectual.

### **4.3. EXPECTATIVAS DE APRENDIZAJE DE LA BIOLOGÍA EN EL CCH**

Dentro del área de Ciencias Experimentales encontramos la asignatura de Biología III con carácter optativo en el quinto semestre; mantiene estrecha relación con Química I y II, asignaturas ubicadas en los dos primeros semestres y con Física I que se ubican en el tercer semestre al igual que Biología I y II.

Del área de Química se necesita la comprensión de conceptos de átomo, enlaces químicos, reacciones químicas óxido-reducción, acidez-alcalinidad y biomoléculas, temas indispensables para entender los procesos metabólicos en los seres vivos y las estructuras moleculares de las biomoléculas.

De la asignatura de Física se requieren los conceptos de materia, energía, transformaciones energéticas y conocimientos elementales de luz, necesarios para abordar el proceso metabólico de la fotosíntesis.

También Biología III se relaciona con los cursos de Matemáticas ocupándolos éstos, por ejemplo, para el análisis somero de gráficas o en algunas expresiones algebraicas sencillas que se puedan involucrar en los procesos probabilidad en la frecuencia de genes o de una característica hereditaria. Con Taller de Redacción e Iniciación a la Investigación Documental para la lectura y comprensión más rápida y segura de la información o bien para la presentación de sus diferentes trabajos y prácticas. Con Historia para ubicar en el tiempo los diferentes personajes científicos que han formulado sus teorías y que han contribuido en el desarrollo de la Biología y, con Taller de Cómputo para la agilización de acceso a la información y a la rapidez en la realización de sus trabajos de investigación.

Podemos apreciar que la materia de Biología III del PEA retoma conocimientos de otras áreas y proporciona los conocimientos básicos y fundamentales para el entendimiento de otras materias entre ellas Ciencias de la Salud y Psicología. Por lo que es formativa, integrativa, participativa y generadora de conocimientos.

Se pretende que el alumno aplique los conceptos científicos de su entorno, de tal suerte que al escuchar o ver una situación lo interprete también de una manera científica y además que adquiera habilidades y destrezas en el manejo de la información, de materiales de laboratorio, exposiciones, etc., que de una forma u otra lo motiven a la curiosidad por entender los fenómenos físicos, químicos y biológicos (Colegio de Ciencias y Humanidades Unidad Académica del Ciclo de Bachillerato, 1996).

Como así lo indica el programa operativo de Biología del CCH, que a la letra dice “Diseña de 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”.

#### **4.4. ESTRATEGIA PROPUESTA POR EL CCH PARA LOGRAR EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE BIOLOGÍA III**

El Programa de Estudios de Biología III fechado en julio de 2004, consta de dos unidades (Anexo 2, p. 139):

PRIMERA UNIDAD. ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través de la diversidad del metabolismo?

Cuya temática conceptual es:

Tema I. Metabolismo

- Enzimas.
- Rutas metabólicas.

Tema II. Diversidad de los sistemas vivos y metabolismo

- Quimioautótrofos, fotoautótrofos y heterótrofos.
- Catabolismo: fermentación y respiración celular.
- Anabolismo: fotosíntesis y síntesis de proteínas.

SEGUNDA UNIDAD. ¿Por qué se considera a la variación genética como la base molecular de la biodiversidad?

Tema I. Naturaleza de la diversidad genética

- ADN Y ARN desde la perspectiva de la diversidad genética.
- Cromosoma de procariontes y eucariontes.

Tema II. Expresión genética y variación

- Relaciones alélicas.
- Relaciones no alélicas.

Tema III. Fuentes de variación genética

- Mutaciones.
- Recombinación genética.
- Flujo génico.

Los propósitos del curso de Biología III son:

El alumno:

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

El programa de Biología III está encaminado a profundizar en la cultura básica del estudiante, centra su atención en la comprensión de conocimientos de la disciplina, en la adquisición de habilidades, actitudes y valores que le permitan asumirse como parte de la Naturaleza, propiciando una actitud de respeto hacia ella. Tiene como principio que el alumno aprenda a generar mejores explicaciones acerca de los sistemas vivos, mediante la integración de los conceptos, los principios, las habilidades, las actitudes y los valores desarrollados en la construcción, reconstrucción y valoración de conceptos biológicos fundamentales.

El Enfoque de la Materia está subdividido en dos; Enfoque disciplinario y Enfoque Didáctico. En el primero se propone un enfoque integral teniendo como eje estructurante la biodiversidad y con a cuatro ejes complementarios; el pensamiento evolucionista, el análisis histórico, las relaciones sociedad-ciencia-tecnología y las propiedades de los sistemas vivos. Estos cuatro ejes responden a ¿qué? (características descriptivas de los seres vivos) ¿cómo? (aspecto fisiológico) y ¿por qué? (aspectos evolutivos). En el enfoque didáctico parte de la concepción de que el aprendizaje es un proceso de construcción mediante el cual los alumnos conocen, comprenden y actúan, por lo que el sujeto principal del proceso enseñanza-aprendizaje es el alumno.

La metodología que propone el plan indicativo de Biología III es:

- a) Identificar los conocimientos previos de los alumnos para relacionarlos con los que va a aprender.
- b) Abordar los conocimientos de acuerdo a las ideas previas.
- c) Organizar y planificar actividades referidas a problemas que despierten interés.
- d) Procurar el análisis de problemas de forma contextualizada y bajo diferentes perspectivas.
- e) Promover la participación individual y colectiva.

La formulación de problemas de una situación cotidiana tiene la función de confrontar las ideas previas, de manera que exijan la búsqueda de respuestas de los alumnos, bajo la supervisión del profesor. Procedimiento que se asemeja a la fase de activación del Diseño Instruccional.

La búsqueda de respuestas será a través de la reflexión y análisis de la información (fase de demostración, según la propuesta del Diseño Instruccional) que contribuya al aprendizaje de los conceptos y al desarrollo de habilidades y actitudes (fase de aplicación) y así avancen en sus explicaciones de manera conjunta (fase de Integración).

Esta búsqueda de respuestas de un problema de la vida cotidiana por medio de un diseño instruccional adecuado y bajo la mediación del profesor está vinculada a un aprendizaje constructivo, a la búsqueda del significado y sentido de lo que se está estudiando, a adquirir habilidades y actitudes que les permitan tener acceso a la información científica y reflexionar acerca de ella para aprender con autonomía, a lograr la comprensión e interpretación de las reacciones metabólicas que participan en el proceso de la oxidación completa de una molécula de glucosa (glucólisis y respiración celular), sin la necesidad de memorizarlas, así como lograr que el alumno detecte la importancia del metabolismo en su vida cotidiana y en la biodiversidad, cumpliendo de esta manera con los objetivos que persigue el plan

de estudios del CCH, y en su conjunto conforman los factores esenciales en la motivación intrínseca del alumno, quien se esforzará más en aprender que en aprobar.

En el presente trabajo se aplicó, a los alumnos del CCH Azcapotzalco que cursaban Biología III, cada una de las fases del Diseño Instruccional de Merrill (2002), para abordar el tema de Catabolismo: Respiración Celular de la primera unidad ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo? del programa indicativo de Biología III del CCH. La metodología realizada se analizará en el siguiente capítulo.

## **CAPÍTULO V**

### **METODOLOGÍA**

- 5.1. Propósito de la investigación
- 5.2. Población
- 5.3. Material e instrumentos de trabajo
- 5.4. Diseño de intervención

## 5.1 PROPÓSITO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo del presente trabajo fue aplicar cada una de las fases del Diseño Instruccional propuesto por Merrill (2002) con la finalidad de lograr el aprendizaje significativo y a partir de este aprendizaje favorecer la comprensión del tema de Respiración Celular, contenido que se encuentra en la primera unidad ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo? del programa indicativo de Biología III del CCH.

## 5.2 POBLACIÓN

Los alumnos a los que se aplicó la estrategia del Diseño Instruccional, pertenecían al grupo 579 de quinto semestre, turno vespertino del CCH Azcapotzalco y que cursaban Biología III en el periodo 2006-1.

El grupo estuvo constituido por 25 alumnos, sin embargo, sólo se tomaron en cuenta a 19 (Anexo 3, p. 141), debido a que fueron los que se presentaron a las tres sesiones en las que se aplicó la estrategia. De éstos, 12 eran del sexo femenino y 7 del sexo masculino. Todos ellos con una edad que se encontraba entre los 16 y 21 años, aunque hubo una alumna de 40 a 50 años de edad.

Los datos de los alumnos se resumen en la siguiente tabla:

Género	Total de alumnos	Edad	Estado civil	
			Solteros	Casados
Femenino	12	16-19 años (una de ellas entre los 40 y 50 años de edad)	11	1
Masculino	7	16-21	6	1

Tabla 1: Características de la población

## 5.3 MATERIAL E INSTRUMENTOS DE TRABAJO

Los materiales que se emplearon para el trabajo de cada una de las fases del Diseño Instruccional se detallan a continuación:

### 1. Fase de Problematicación:

En esta fase se empleó la nota periodística “De luto la NFL” obtenido del diario “El Universal” con fecha del 22 de Agosto de 2005 (Anexo 4, p. 142). También se empleó el periódico “El Reforma” con la misma fecha del diario citado, para que los alumnos vieran la fotografía del jugador (Anexo 5, p. 143) y una tabla que muestra otros casos recientes de deportistas que sufrieron una muerte súbita (Anexo 6, p. 144).

2. Fase de Activación:  
Cuestionario de tres preguntas abiertas orientadas a detectar las preconcepciones de los alumnos en relación con la posible muerte del jugador (Anexo 7, p. 145).
  1. ¿Cuál crees que haya sido la causa de la muerte del jugador de fútbol americano, Thomas Herrion?.
  2. ¿Por qué murió 3 horas después del juego?.
  3. ¿Se pudo haber prevenido la muerte del jugador de los 49ers de San Francisco?.
  
3. Fase de Demostración:
  - a) Aquí se empleó el siguiente texto: “Deporte y dopaje” de Bertha Sola Valdés que se extrajo de internet, en esmas.com (Anexo 8, p. 146).
  - b) Hojas Blancas.
  - c) Se empleó otro cuestionario de dos preguntas abiertas sobre las posibles causas de la muerte del jugador (Anexo 9, p. 148).
  - d) Programa de multimedia que requirió para su realización los programas de Adobe Photoshop 7 y las animaciones con la aplicación de Macromedia Flash 2004 (Anexo 10, p. 149).
  
4. Fase de Aplicación:
  - a) Cuestionario de relación de columnas sobre el tema de metabolismo (Anexo 11, p. 150).
  - b) Ejercicio de sopa de letras sobre respiración celular (Anexo 12, p. 151).
  - c) Ejercicio de rendimiento energético a partir de la oxidación de una molécula de glucosa (Anexo 13, p. 152).
  
5. Fase de Integración:
  - a) Artículo “La preparación del atleta olímpico” (Anexo 14, p. 153) conteniendo información de los tres procesos metabólicos que se encargan de la síntesis de ATP e información de sustancias prohibidas por el Comité Olímpico Internacional.
  
6. Evaluación de la Estrategia empleada:  
Como complemento de todas las actividades realizadas, los alumnos contestaron un cuestionario de preguntas abiertas (Anexo 15, p. 157), que muestran las opiniones de los alumnos acerca de la aplicación del Diseño Instruccional.

Cada uno de los materiales antes citados fue objeto de un proceso previo de validación por compañeros de la carrera y por egresados de la carrera de psicología. La elección y redacción de los ítems se ajustó a los criterios y recomendaciones expresadas por ellos.

## 5.4 DISEÑO DE INTERVENCIÓN

Para el desarrollo de la intervención en la enseñanza del tema Metabolismo: respiración celular del programa de Biología III del plan de estudios de Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades, se empleó la propuesta de diseño instruccional de Merrill (2002).

El trabajo con el grupo se inició tres semanas previas a la intervención formal, durante éstas se introdujo el tema a tratar en el contexto del programa propuesto; Características de los seres vivos, célula y enzimas. Durante este período previo se llevó a cabo el rapport con los estudiantes, y se fue preparando progresivamente al grupo, a través de las actividades de aprendizaje para intervención formal.

Al iniciar el tema de respiración celular se puso en práctica el diseño instruccional objeto del presente reporte:

Las actividades realizadas en cada una de las fases del Diseño Instruccional fueron las siguientes:

### Fase de Problematización

*El aprendizaje es promovido cuando los estudiantes se involucran en la resolución de problemas de la vida cotidiana*

La estrategia comienza cuando los alumnos leyeron la nota periodística “De luto la NFL” del periódico El Universal aparecida el 22 de Agosto de 2005 la cual trata de la muerte de un jugador de fútbol americano profesional del equipo de los 49 de San Francisco quien falleció 3 horas después de haber jugado. También se empleó el periódico “El Reforma” con la misma fecha del diario citado, para que los alumnos vieran la fotografía del jugador cuyo tamaño es casi la mitad de la página del mismo diario. Así mismo los alumnos observaron la tabla que viene en la parte inferior de la fotografía y que señala decesos semejantes ocurridos recientemente en el deporte mundial.

### Fase de Activación

*El aprendizaje es favorecido cuando las ideas previas son activadas*

Una vez leída la nota periodística, se les pidió a los alumnos que contestaran en forma escrita la causa probable por la que el jugador de fútbol, Thomas Herrion falleció, así como que mencionaran la razón y si se pudo haber prevenido el deceso. La finalidad de ello fue activar los conocimientos previos de los estudiantes y promover la motivación para el aprendizaje.

Como paso siguiente se prosiguió al intercambio entre los alumnos acerca de las hipótesis generadas sobre las razones que causaron la muerte del jugador. Cada uno de los miembros del grupo expuso sus ideas y sus argumentos al grupo.

Todas sus ideas fueron anotadas en el pizarrón, al finalizar la exposición, comenzamos a contrastarlas y ellos mismos fueron deduciendo cuál era o eran la más probable. Al ir eliminando las ideas erróneas las iba subrayando, hasta que

se llegó un consenso sobre la causa más probable del deceso. La que se consideró como hipótesis de trabajo para continuar las fases subsecuentes de la intervención.

### Fase de Demostración

*El aprendizaje es promovido cuando a los alumnos se les proporciona una guía apropiada con información relevante, variedad de actividades, empleando multimedia, entre otros.*

La siguiente actividad consistió en pedirles que leyesen por equipos, otro artículo “Deporte y dopaje” de Bertha Sola Valdés.

Durante la lectura del artículo, la técnica tutorial consistió en que fui pasando a cada equipo, haciéndoles precisiones de términos que ellos pudiesen tener dudas e inclusive preguntando cuál era la relación de las actividades realizadas con las sesiones anteriores que habíamos tenido como parte de la Práctica Docente.

Al término de la lectura se les indicó a los alumnos que elaboraran un mapa conceptual.

Cuando terminaron de realizar el mapa conceptual, se les indicó que un integrante de cada equipo anotará en el pizarrón lo más importante de cada una de las sustancias prohibidas por el Comité Olímpico Internacional y que vienen en el texto; Esteroides anabolizantes, estimulantes, somatotropina u hormona de crecimiento beta-bloqueadores, dopaje sanguíneo, cafeína, barbitúricos y otros fármacos comunes.

Se solicitó a los estudiantes que vincularan esta información con la hipótesis generada en la fase anterior, y con base en ello determinarían las sustancias más probables que ocasionaron la muerte del jugador.

Se les volvió a preguntar las causas de la muerte de jugador y cómo se podría evitar para que no sucedan más muertes de esta manera.

Tanto las respuestas del cuestionario como la exposición de los mapas conceptuales se contrastaron con el primer cuestionario de las ideas previas, para verificar si hubo una reestructuración de las concepciones previas de los alumnos, y cómo estas fueron explicitándose e integrando en la construcción de los mapas conceptuales.

Como resultado de esta fase se generó una nueva hipótesis de trabajo en la que se vinculó los procesos de respiración celular con la síntesis de energía, y el efecto de las drogas como aceleradoras de los procesos metabólicos. En tres contenidos a demostrar

1. ¿Cómo se sintetiza y libera la energía que emplean los deportistas para desarrollar sus actividades?.
2. ¿Cómo se asocia la cantidad y calidad de actividad física con la necesidad energética para realizarla?.
3. ¿Qué hacen las drogas en este proceso?.

En la segunda sesión, realizada el 22 de septiembre, se continuó con esta fase de demostración, que consistió en la exposición del Software en el auditorio

principal del SILADIN del plantel, que cuenta con los medios electrónicos para su proyección.

El software educativo contiene de forma gráfica y en movimiento las reacciones metabólicas de la glucólisis y respiración celular (ciclo de Krebs y transporte de electrones).

Al inicio del mismo material aparecen varias ventanas que muestran imágenes de la digestión de proteínas, carbohidratos y lípidos. Esto con la finalidad de enlazar el funcionamiento de los órganos participantes de la digestión con el metabolismo a nivel celular, pues como lo mencionamos en el capítulo I la fragmentación del conocimiento dificulta el aprendizaje en los alumnos, y al no integrarlo muy difícilmente ellos lo realizarían.

Durante la exposición del software, algunos de los alumnos presionaron textos apareciendo una imagen referente a cada uno de los conceptos que se estaban tratando, ello con la finalidad de proporcionar soporte visual que facilitara la construcción del conocimiento por parte del alumno. Dicha imagen se reprodujo tantas veces ellos lo desearon, con la finalidad de que realmente se comprendieran las secuencias de las reacciones metabólicas. En este sentido, al realizar el material se tuvo presente que la secuenciación fuera la adecuada.

Para corroborar la comprensión del proceso descrito se pidió a los estudiantes que explicaran las imágenes que representaban en proceso de respiración celular.

#### Fase de Aplicación

*El aprendizaje se promueve cuando al alumno se le pide que aplique el nuevo conocimiento o habilidad a la resolución de problemas.*

Para verificar la apropiación de los contenidos por parte de los alumnos en relación con el tema se pidió que realizaran las siguientes actividades:

- Cuestionario de relación de columnas sobre el tema de metabolismo celular (conocimiento declarativo). El cual formó parte del software diseñado ex profeso.  
En la misma ventana del cuestionario en el software aparece la palabra "Evaluación" que al hacer clic nos indica el número de respuestas correctas que se tuvieron en dicho cuestionario.  
Para conocer su opinión del programa de multimedia, los alumnos la externaron, considerando su presentación, contenido y organización.
- Ejercicio de rendimiento energético a partir de la oxidación de una molécula de glucosa y Sopa de letras: Cada alumno resolvió una sopa de letras y un ejercicio para calcular el número de ATP que se obtienen en la oxidación completa de una molécula de glucosa. La realización de estas dos actividades tuvo la finalidad de detectar si el proceso de la respiración estaba quedando claro y que comenzaran a relacionar este tema con la causa del dopaje que ocasionó la muerte del jugador

## Fase de Integración

*El aprendizaje es promovido cuando el alumno integra el nuevo conocimiento o habilidad a su vida diaria*

Se les pidió a los alumnos que leyesen el artículo “La preparación del atleta olímpico” y a partir de él, los alumnos en equipo de mesas de trabajo, realizaron un mapa conceptual para que integraran los procesos de respiración celular con la síntesis de energía y el efecto de las sustancias prohibidas como aceleradoras de los procesos metabólicos. Estos mapas nos permitieron deducir si se había logrado la reestructuración, explicitación e integración del conocimiento científico, es decir si se había logrado el aprendizaje significativo a partir de las ideas previas que ellos manifestaron al inicio de la aplicación de la estrategia.

## Evaluación de la estrategia

Para evaluar cómo incidieron cada una de las fases del Diseño Instruccional en su aprendizaje, se recogieron sus valoraciones en el plano afectivo, preguntando ¿qué les pareció abordar un tema como el de respiración celular con esta estrategia?. Esto se realizó una semana después de haber concluido la aplicación del Diseño Instruccional.

## **CAPÍTULO VI**

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Para el reporte de los resultados se consideró seguir la misma secuencia del Diseño Instruccional: Problematización, Activación, Demostración, Aplicación e Integración.

## 6.1 Problematización

Al comienzo de esta estrategia los alumnos manifestaron una serie de reacciones positivas, ya que al ir leyendo el artículo “La NFL de luto” mostraron interés (¿Cuándo ocurrió esto?), curiosidad (“quien era” y “como que estaba medio gordito”) y sorpresa (“se veía muy tranquilo” y “se veía bien”); intercambiando ideas (“a de haber sido por el calor”, “se dopó”), experiencias (“le sucedió como a los caballos”) y además al ver la fotografía del jugador se le hizo increíble que una persona con tal corpulencia pudiese morir después de haber jugado y “más por ser un deportista profesional de los EUA”.

Así como participaron con gusto en la lectura del artículo lo hicieron también en la resolución y manifestación de sus ideas.

Solves y Traver (2001), encontraron que en los alumnos aumentó el interés por el estudio de la física y la química mediante un tratamiento de algunos aspectos históricos. En el presente trabajo se empleó un suceso ocurrido a un deportista, es decir tanto en la investigación de Solves y Traver (2001) y ésta, encontramos que los aspectos históricos y sociales pueden motivar a los alumnos para que se interesen por el estudio de las ciencias.

## 6.2 Activación

En esta fase, aún cuando no se ofreció como respuesta una causa única, se establecieron categorías para agruparlas en las que se tomó como elemento central aquél que fue mencionado con mayor importancia y peso en el discurso de los estudiantes.

Las categorías propuestas a la primera pregunta del cuestionario, ¿Cuál crees que haya sido la causa de la muerte del jugador de fútbol americano, Thomas Herrion?, son las siguientes:

**Ausencia de mecanismos de regulación térmica.** Muchas de las respuestas de los estudiantes ofrecidas a esta pregunta señalaron que dentro de sus concepciones previas priva un desconocimiento acerca de la existencia de mecanismos termorreguladores, propios de los mamíferos, y por tanto de los seres humanos. La idea que sustenta sus explicaciones es que la muerte se debió a un sobrecalentamiento del cuerpo y un posterior enfriamiento brusco. Entre las respuestas que ilustran este tipo de razonamiento encontramos las siguientes:

- *“La alta actividad que tuvo provocó un fuerte calentamiento y esto causó que su cuerpo bajara de temperatura cuando dejó de hacer la actividad y su cuerpo se colapsó” (Claudia Jovita).*
- *“El sobre calentamiento de su enorme cuerpo y porque tomó algo inadecuado” (Erick).*

- "...Paró su actividad por lo que el cuerpo del jugador se enfrió... (Jonathan)".

**Deficiencia en el funcionamiento del proceso respiratorio asociada al sobrepeso.** La segunda idea ofrecida como causa del deceso es el sobrepeso, aún cuando las ideas no están estructuradas de manera lógica y racional (pensamiento científico) se asocia de manera intuitiva el sobrepeso a la falta de oxígeno para llevar a cabo las actividades deportivas. La idea central aquí **es el sobrepeso hizo que le faltara el aire**. Esto queda ejemplificado en las siguientes respuestas de los estudiantes:

- "...Con su cuerpo, su peso y la condición, yo creo que fue por la respiración..." (Stephanie).

- "...Por su obesidad se agitó mucho y necesitó oxígeno y su cuerpo no aguantó el ejercicio o que le haya dado un golpe en el pecho.." (Juan Antonio).

- "Pudo haber sido a causa de un paro respiratorio causado por la falta de oxígeno, o el calor, o por su mismo peso" (Héctor).

- "Yo creo que fue algo sobre la respiración y no le ayudó mucho su cuerpo y su peso" (Lluvia).

Aún cuando las dos explicaciones más relevantes para los estudiantes de la muerte del jugador son la falta de mecanismo termoreguladores en los humanos, y el sobrepeso como causa de insuficiencia respiratoria, algunos de los alumnos asociaron otros factores adicionales que produjeron las dos deficiencias aquí señaladas, por ejemplo el exceso de ejercicio, una contractura muscular, el estrés o el consumo de drogas:

- "Un abuso de ejercicio y posiblemente un consumo de drogas" (Hermelinda).

- "Por la tensión, la preocupación aparte de que era demasiado grande y obeso para poder correr" (Paulina Andrea).

- "Una de las primeras causas era que el estrés que éste sufría acerca de lo que pasaría en el equipo y si obtendría un lugar" (María del Carmen).

Todo esto se traduce a un desconocimiento, por parte de los alumnos, de los mecanismos homeostáticos y a una escasa comprensión de los procesos metabólicos que ocurren dentro de una célula o de todo el organismo responsable de la regulación, conservación y reproducción de los sistemas vivos.

La tabla 2 (ver p. 84), indica la respuesta que dio cada alumno para explicar la muerte del jugador.

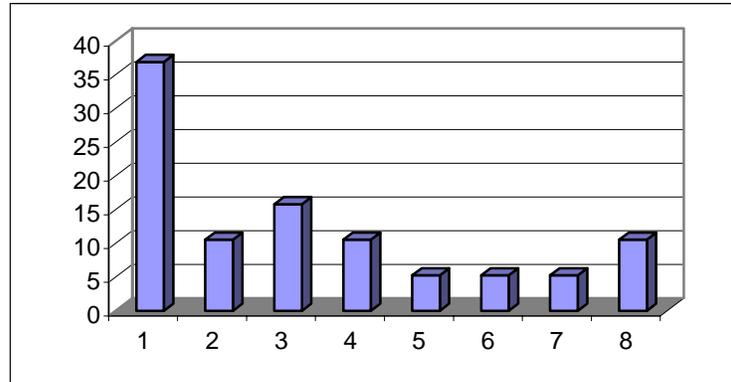
1	Elizabeth Aquino	Tensión muscular
2	Juan Carlos Ávila	Calentamiento corporal
3	Paulina Andrea Castillo	Estrés
4	Stephanie Cedillo	Sobrepeso
5	Lucero Chávez	Sobrepeso
6	Lluvia Estrada	Algo sobre respiración
7	Claudia Jovita García	Calentamiento corporal
8	María del Carmen Huerta	Estrés
9	Jonathan Hurtado	Paró su actividad
10	Marian Telma López	Paro respiratorio
11	Hermelinda López	Exceso de ejercicio
12	Héctor Martínez	Paro respiratorio
13	Rosa María Mendoza	Calentamiento corporal
14	Michel Millán	Paró su actividad
15	Juan Antonio Morin	Sobrepeso
16	Erick Rodríguez	Calentamiento corporal
17	Carolina Santillán	Calentamiento corporal
18	Oscar Serrano	Calentamiento corporal
19	Nayeli Zacarías	Calentamiento corporal

**Tabla 2.** Posible causa de la muerte del jugador expuesta por los estudiantes.

La tabla 3 ilustra el agrupamiento de las respuestas de los 19 alumnos. Estos datos se ilustran en la Gráfica 1 (ver p.85).

RESPUESTA	Total	Porcentaje
<b>Ausencia de mecanismos de regulación térmica</b>		
1. Calentó su cuerpo y después se enfrió	7	36.84
2. Paró su actividad	2	10.53
<b>Deficiencia en el funcionamiento del proceso respiratorio asociada al sobrepeso</b>		
3. Sobrepeso hizo que le faltara el aire	3	15.79
4. Paro respiratorio	2	10.53
5. Exceso de ejercicio	1	5.26
6. Algo sobre la respiración	1	5.26
<b>Deficiencia en los mecanismos de contracción muscular</b>		
7. Tensión muscular	1	5.26
<b>Factores emocionales</b>		
8. Estrés porque tenía que jugar bien	2	10.53

**Tabla 3.** Agrupación de los resultados de la posible causa de la muerte del jugador expuesta por los estudiantes.



**Gráfica 1.** Porcentaje de respuesta ofrecido a cada categoría propuesta.

Como se observa en las tabla 3 y Gráfica 1, de las siete interpretaciones enunciadas por los alumnos, el calentamiento y posterior enfriamiento corporal súbito fue la principal idea previa que dieron para explicar la muerte del jugador de fútbol americano profesional, registrándose un 36.84% de ellos, al parecer no consideraron la sudoración como factor que controla la temperatura corporal al estar haciendo un ejercicio extenuante como también ocurrió en los que consideraron que por dejar de hacer la actividad (con un 10.53%) se enfrió súbitamente el cuerpo.

La segunda interpretación con mayor porcentaje fue la del sobrepeso (con un 15.79%) y que, según ellos, hizo que le faltara aire. Aquí podemos observar que los alumnos desconocen la existencia de un centro respiratorio que regula este proceso. El desconocimiento este centro respiratorio, aunado a la concepción de que los pulmones son los únicos que respiran se observa en los que contestaron paro respiratorio (10.53%), exceso de ejercicio (5.26%) y algo sobre la respiración (5.26%).

Si esa actividad deportiva intensa se lleva a cabo con presión externa, aumenta la posibilidad de que sobrevenga la muerte, porque según 10.53% de ellos, factores emocionales pudieron ocasionar la muerte del jugador debido a que el cuerpo se colapsa. Lo que nos hace ver que no hay integración funcional entre los órganos que conforman cada sistema y entre sistemas.

Así mismo un 5.26% de los alumnos manifestaron que la tensión muscular es un agente causal para ocasionar la muerte de una persona, lo que nos hace suponer que el alumno desconoce cómo ocurre la contracción muscular donde también participa el proceso de respiración celular.

También se puede observar que dentro de las explicaciones que dieron los alumnos para explicar la muerte del jugador, 15 de ellos enunciaron dos ideas a la vez y de diferente sentido, lo que nos señala que no hay una coherencia en sus explicaciones y que son ideas implícitas.

La tabla 4 (ver p. 86), muestra la segunda respuesta que dio cada alumno para explicar la muerte del jugador. Los alumnos Juan Carlos, Lucero, Claudia Jovita y María del Carmen, fueron los alumnos que solamente dieron una de ellas.

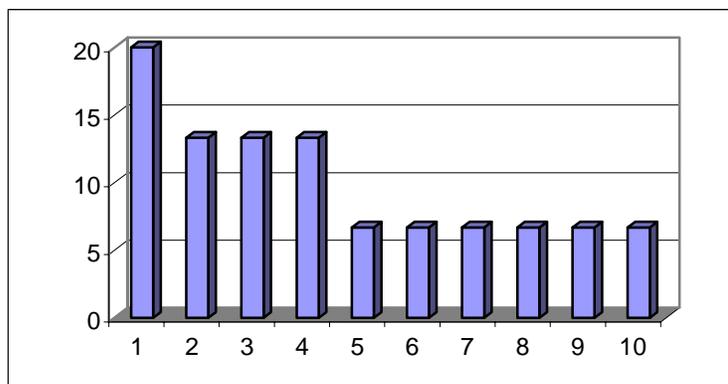
1	Elizabeth Aquino	Calentamiento corporal
2	Paulina Andrea Castillo	Sobrepeso
3	Stephanie Cedillo	Calentamiento corporal
4	Lluvia Estrada	Sobrepeso
5	Jonathan Hurtado	Exceso de ejercicio
6	Marian Telma López	Colapso nervioso
7	Hermelinda López	Consumo de drogas
8	Héctor Martínez	Sobrepeso
9	Rosa María Mendoza	Paró su actividad
10	Michel Millán	Exceso de ejercicio
11	Juan Antonio Morin	Golpe en el pecho
12	Erick Rodríguez	Dopaje
13	Carolina Santillán	Paro cardíaco
14	Oscar Serrano	Ingerir sustancias
15	Nayeli Zacarías	Paró su actividad

**Tabla 4.** Segunda respuesta que dio cada alumno.

La tabla 5 muestra la agrupación de acuerdo a las categorías propuestas de la segunda respuesta que dieron los alumnos, los datos de los porcentajes son registrados en la Gráfica 2 (ver p. 87).

RESPUESTA	Total	Porcentaje
<b>Ausencia de mecanismos de regulación térmica</b>		
1. Calentó su cuerpo y después se enfrió	3	20
2. Paró su actividad	2	13.33
<b>Deficiencia en el funcionamiento del proceso respiratorio asociada al sobrepeso</b>		
3. Sobrepeso hizo que le faltara el aire	2	13.33
4. Exceso de ejercicio	2	13.33
<b>Factores emocionales</b>		
5. Colapso nervioso	1	6.67
<b>Deficiencia del ritmo cardíaco</b>		
6. Paro cardíaco	1	6.67
<b>Empleo de sustancias prohibidas</b>		
7. Dopado	1	6.67
8. Ingerir sustancias anabólicas	1	6.67
9. Consumo de drogas	1	6.67
<b>Efectos de una contusión fuerte</b>		
10. Golpe en el pecho	1	6.67

**Tabla 5.** Agrupación de los resultados a la segunda respuesta que dio cada alumno.



**Gráfica 2.** Porcentaje de respuestas en las categorías propuestas como segunda explicación de la muerte del jugador de fútbol americano.

En la Gráfica 2, podemos observar que el número de respuestas diferentes aumentó de 8 que se registraron en la primera ocasión a 10. Además de las enunciadas en primer lugar, aparecieron seis nuevas ideas previas: colapso nervioso, paro cardíaco, dopado, ingerir sustancias anabólicas, consumo de drogas y golpe en el pecho.

Se siguió conservando la idea de que el calor y enfriamiento ocasionó la muerte del jugador, siendo nuevamente la de mayor porcentaje, que en este caso fue 20%. Dentro de esta misma categoría, desconocimiento de la regulación de la temperatura por sudoración y metabolismo basal, encontramos la que dejó de hacer ejercicio con un 13.33%.

El sobrepeso también ocupó el segundo lugar con dos alumnos con un porcentaje de 13.33%. Porcentaje similar lo ocupó el exceso de ejercicio. Pero a diferencia de la primera idea, en la categoría. Desconocimiento de un centro respiratorio que controla este proceso, no aparece paro respiratorio y algo sobre la respiración.

Un colapso nervioso fue considerado por un 6.67%. No explicaron de qué manera se originó dicho colapso ni como ocasiona el fallecimiento de una persona.

Dentro de las nuevas respuestas que se dieron, involucran al corazón, ya sea mediante un paro cardíaco o un golpe en el pecho, cada idea con un 6.77%. Aquí reconocen la importancia de éste órgano, pero no dieron una explicación que ocasionó el paro cardíaco ni tampoco de qué manera una fuerte contusión en el pecho provoca la muerte.

Igual porcentaje, 6.67%, mostró el uso de sustancias, que según ellos, se utilizan en el dopaje, como anabólicos y en las drogas. Aquí hay un aspecto que debemos mencionar y es que para ellos las sustancias prohibidas y anabólicas son diferentes. En parte tienen razón porque en los medios televisivos, transmiten esta información e inclusive en estos medios se anuncian que x deportista emplea una droga cuando en realidad utilizó un anabólico.

Como ocurrió en la primera respuesta, no relacionaron los diferentes sistemas presentes en una persona, es decir, las explicaciones que dieron se enfocaban en un sistema u órgano en especial. Aunque se observaron algunas excepciones, por ejemplo, en el caso de Paulina Andrea Castillo quien relacionó la tensión, con la

altura y la obesidad del jugador. No explicó la relación, entre estas dos variables. De la misma manera sucedió con Héctor Martínez al señalar que el jugador tuvo un paro respiratorio causado por el calor o por su mismo peso y la explicación de Oscar Serrano quien señaló la misma causa, aunque la adjudicó por ingerir sustancias anabólicas.

En todas las respuestas vemos que las preconcepciones son científicamente incorrectas y aún incoherentes, pero desde el punto de vista del alumno poseen coherencia interna, por ejemplo, la expresada por la alumna Claudia Jovita, quien mencionó que la alta actividad que tuvo el jugador provocó un fuerte calentamiento corporal y que al dejar de realizarlo bajó tanto la temperatura que su cuerpo se colapsó. De cualquier forma, cabe destacar que ningún alumno contestó tanto en forma escrita como en forma verbal un “no sé” o “ni idea”; todos manifestaron interés por responder.

Un análisis de las frecuencias relativas de las dos causas expuestas por los alumnos como posible causa de la muerte de jugador, independientemente del lugar que ocupe en su jerarquía se muestra en la tabla 6.

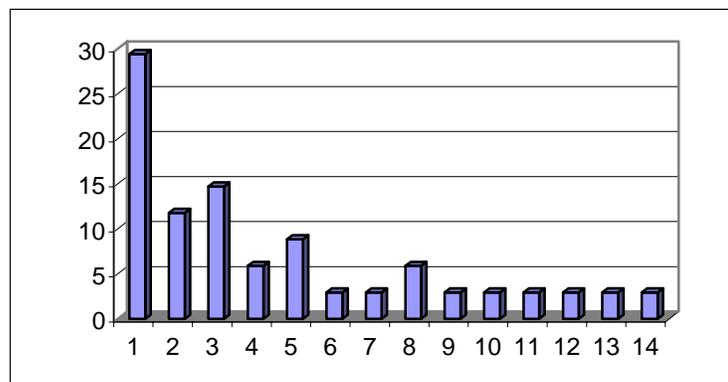
RESPUESTA	Total	Porcentaje
<b>Ausencia de regulación térmica</b>		
1. Calentó su cuerpo y después se enfrió	10	29.41
2. Paró su actividad	4	11.76
<b>Deficiencia en el funcionamiento del proceso respiratorio asociado al sobrepeso</b>		
3. Sobrepeso hizo que le faltara el aire	5	14.71
4. Paro respiratorio	2	5.88
5. Exceso de ejercicio	3	8.82
6. Algo sobre la respiración	1	2.94
<b>Deficiencia de los mecanismos de la contracción muscular</b>		
7. Tensión muscular	1	2.94
<b>Factores emocionales</b>		
8. Estrés porque tenía que jugar bien	2	5.88
9. Colapso nervioso	1	2.94
<b>Deficiencia del ritmo cardiaco</b>		
10. Paro cardiaco	1	2.94
<b>Empleo de sustancias prohibidas</b>		
11. Dopado	1	2.94
12. Ingerir sustancias anabólicas	1	2.94
13. Consumo de drogas	1	2.94
<b>Efectos de una contusión fuerte</b>		
14. Golpe en el pecho	1	2.94

**Tabla 6.** Respuestas totales que dieron los alumnos para explicar la muerte del jugador de fútbol americano.

Los datos de la tabla anterior indican que fueron catorce posibles causas que dieron los alumnos para explicar la muerte del jugador de fútbol americano,

causas que fueron agrupadas en siete categorías. De estas, la categoría Deficiencia en el funcionamiento del proceso respiratorio asociado al sobrepeso fue la que más agrupó respuestas con cuatro de ellas.

La Gráfica 3 muestra los datos de la tabla 6.



**Gráfica 3.** Respuestas totales que dieron los alumnos para explicar la muerte del jugador de fútbol americano.

De la Gráfica 3 podemos observar que 29.41% fue el porcentaje mayor de alumnos que expresaron que el calentamiento corporal fue la principal causa del fallecimiento del jugador, seguida de exceso de peso con un 14.71%.

Con respecto a las diferencias entre su primera respuesta y la segunda, se observaron diferencias, la tabla 7 así lo hacen ver.

	Nombre	Primera Respuesta	Segunda respuesta
1	Elizabeth	Tensión muscular	Calentamiento corporal
2	Juan Carlos	Calentamiento corporal	-
3	Paulina Andrea	Estrés	Sobrepeso
4	Stephanie	Sobrepeso	Calentamiento corporal
5	Lucero	Sobrepeso	-
6	Lluvia	Algo sobre respiración	Sobrepeso
7	Claudia Jovita	Calentamiento corporal	-
8	María del Carmen	Estrés	-
9	Jonathan	Paró su actividad	Exceso de ejercicio
10	Marian Telma	Paró respiratorio	Colapso nervioso
11	Hermelinda	Exceso de ejercicio	Consumo de drogas
12	Héctor	Paro respiratorio	Sobrepeso
13	Rosa María	Calentamiento corporal	Paró su actividad
14	Michel	Paró su actividad	Exceso de ejercicio
15	Juan Antonio	Sobrepeso	Golpe en el pecho
16	Erick	Calentamiento corporal	Dopaje
17	Carolina	Calentamiento corporal	Paro cardiaco
18	Oscar	Calentamiento corporal	Ingerir sustancias
19	Nayeli	Calentamiento corporal	Paró su actividad

**Tabla 7.** Comparación entre la primera y segunda respuesta que dieron los alumnos.

La anterior tabla nos señala que sólo cuatro alumnos contestaron una sola opción, que solamente Lluvia Estrada, Héctor Martínez, Michel Millán y Nayeli Zacarías dentro de la categoría deficiencia en el funcionamiento del proceso respiratorio asociado al sobrepeso, mientras que Rosa María Mendoza contestó dentro de la categoría ausencia de regulación térmica y los restantes 13 alumnos contestaron en diferente categoría. Esto nos conduce a pensar las preconcepciones que los estudiantes emplearon para explicar un fenómeno biológico (la muerte en este caso) no responden a una estructura coherente y sistemática; y contraponen ideas que algunos casos. Sin que éstos sean sometidos al análisis del pensamiento racional.

Con respecto a la segunda pregunta de esta fase de Activación ¿Por qué murió 3 horas después del juego?, los alumnos dieron las siguientes 10 respuestas, agrupadas en 5 categorías:

#### **Ausencia de regulación térmica.**

- *“Porque dejo de hacer la actividad y el cuerpo se enfrió y bajo mucho la temperatura” (Claudia Jovita).*
- *“Por el enfriamiento corporal” (Jonathan).*
- *“Porque después del juego, dejó de moverse y su cuerpo se enfrió muy rápido” (Marian Telma).*
- *“Al enfriar su cuerpo sus pulmones se colapsaron por el exceso de calor, lo cual provocaría un paro respiratorio (Oscar Serrano).*
- *“Dejó de hacer su actividad llegó una brisa fría” (Juan Carlos).*
- *“Porque después dejó de hacer ejercicio y su cuerpo se desorientó” (Nayeli).*

#### **Deficiencia del ritmo cardiaco**

- *“Tal vez porque murió de un paro cardiaco, derrame cerebral, golpe de pecho, paró su actividad, dopado, sustancias anabólicas, esfuerzo excesivo, calentamiento del cuerpo (Lucero).*
- *“Probablemente porque el corazón no había sido afectado y tal vez el cerebro fue el primero que falló” (Hermelinda).*
- *“Se le juntaron o contrajeron los músculos del corazón” (Paulina Andrea).*

#### **Golpe que provocó lesiones internas.**

- *“Por el golpe en el pecho, primero no hubo nada, es más ni se quejó y después afectó el golpe que le dieron” (Juan Antonio).*

#### **Falta de atención médica oportuna y adecuada**

- *“Por falta de atención médica” (Héctor).*
- *“Porque no lo atendieron como se debe” (Erick).*
- *“Por atención médica que no estuvo a tiempo” (Lluvia).*

#### **Consumo de Sustancias prohibidas.**

- *“Por dopado y un paro cardiaco” (Michel).*

La tabla 8, indica la respuesta que dio cada alumno para explicar la muerte del jugador tres horas después del juego, los datos agrupados se muestran en la tabla 9.

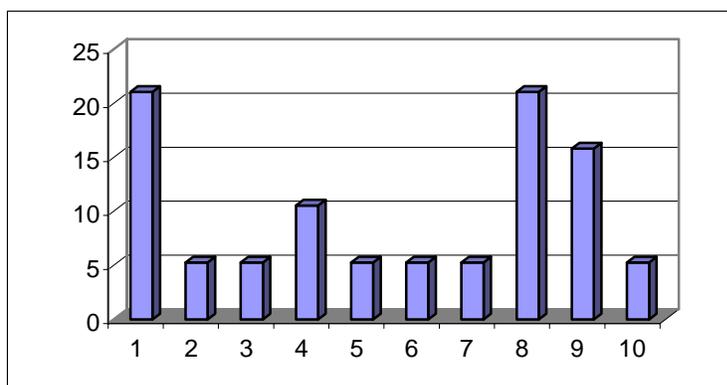
1	Elizabeth Aquino	Golpe en el pecho
2	Juan Carlos Ávila	Brisa fría
3	Paulina Andrea Castillo	Contraieron los músculos
4	Stephanie Cedillo	Falta de atención médica
5	Lucero Chávez	Paro cardiaco
6	Lluvia Estrada	Falta de atención médica
7	Claudia Jovita García	Se enfrió el cuerpo
8	María del Carmen Huerta	Paro cardiaco
9	Jonathan Hurtado	Se enfrió el cuerpo
10	Marian Telma López	Se enfrió el cuerpo
11	Hermelinda López	El corazón no había sido afectado
12	Héctor Martínez	Falta de atención médica
13	Rosa María Mendoza	Golpe en el pecho
14	Michel Millán	Dopado
15	Juan Antonio Morín	Golpe en el pecho
16	Erick Rodríguez	No lo atendieron como se debe
17	Carolina Santillán	Golpe en el pecho
18	Oscar Serrano	Se enfrió el cuerpo
19	Nayeli Zacarías	Se desorientó su cuerpo

**Tabla 8.** Posibles causas que dieron los alumnos para explicar el fallecimiento del jugador tres horas después del partido.

RESPUESTA	Total	Porcentaje
<b>Ausencia de regulación térmica</b>		
1. Al dejar hacer ejercicio se enfrió su cuerpo	4	21.05
2. Llegó una brisa fría	1	5.26
3. Su cuerpo se desorientó	1	5.26
<b>Deficiencia del ritmo cardiaco</b>		
4. Paro cardiaco	2	10.53
5. Contraieron los músculos del corazón	1	5.26
6. El corazón no había sido afectado	1	5.26
<b>Empleo de sustancias prohibidas</b>		
7. Dopado	1	5.26
<b>Golpe que provocó lesiones internas</b>		
8. Golpe en el pecho	4	21.05
<b>Falta de atención médica oportuna y adecuada</b>		
9. Falta de atención médica	3	15.79
10. No lo atendieron como se debe	1	5.26

**Tabla 9.** Respuestas totales que dieron los alumnos para explicar la muerte del jugador de fútbol americano tres horas después del partido.

Los datos de la tabla 9 se ilustran en la Gráfica 4:



**Gráfica 4.** Porcentaje de cada respuesta que dieron los alumnos para explicar las causas del fallecimiento del jugador de fútbol americano tres horas después de haber jugado.

La gráfica muestra que nuevamente en esta pregunta la principal causa del fallecimiento del jugador fue el calentamiento corporal y posterior enfriamiento, con un 21.05%. La segunda respuesta que tuvo el mismo porcentaje fue un golpe de pecho. La tercera respuesta con mayor frecuencia fue la falta de atención médica, con un 15.79%. El paro cardíaco fue la cuarta opción con un 10.52%.

También vemos que varios alumnos sostuvieron otras ideas; no lo atendieron a tiempo, dopado, contrajeron los músculos del corazón, su cuerpo se desorientó, el corazón no había sido afectado y llegó una brisa fría. Todas ellas con un 5.26%.

Se presentó también un aspecto importante, se redujo el número de alumnos que dieron dos o más respuestas en esta pregunta, siendo los alumnos que se muestran en la tabla 10 que así lo hicieron.

1	Elizabeth Aquino	Derrame
2	Lucero Chávez	Derrame
3	María del Carmen Huerta	Derrame
4	Hermelinda López	Paro Cardíaco
5	Rosa María Mendoza	Derrame
6	Michel Millán	Cerebro Falló
7	Carolina Santillán	Derrame
8	Oscar Serrano	Paro respiratorio

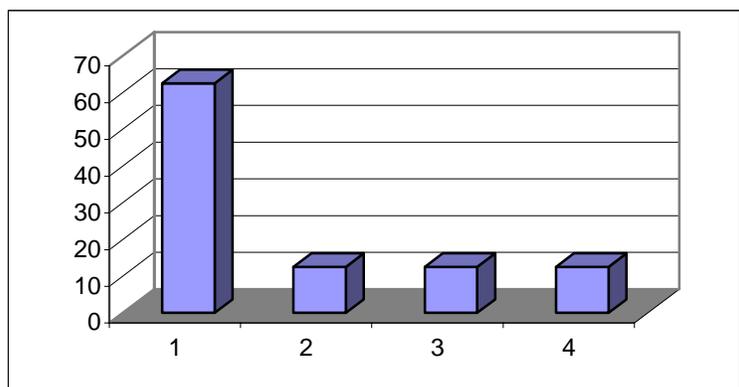
**Tabla 10.** Tipo de respuesta que dieron por alumno como segunda idea previa.

Las respuestas se concentran en la tabla 11 y se registran en la Gráfica 5 (ver p. 93).

RESPUESTA	Total	Porcentaje
1. Derrame	5	62.5
2. Cerebro falló	1	12.5
3. Paro cardíaco	1	12.5
4. Paro respiratorio	1	12.5

**Tabla 11.** Respuestas totales que dieron los alumnos como segunda alternativa para explicar las causas de la muerte del jugador de fútbol americano tres horas después del partido.

De la tabla podemos observar que ahora los alumnos mencionaron dos alternativas más, siendo “el cerebro falló” la que se presentó como una nueva idea.



**Gráfica 5.** Porcentaje de la segunda respuesta que dieron los alumnos para explicar el fallecimiento del jugador tres horas después del partido.

La gráfica nos indica que un exceso de ejercicio puede ocasionar un derrame cerebral (50%) o una falla en el cerebro (12.5%).

Tanto las respuestas de la primera pregunta como de la segunda nos hacen ver la importancia de conocer las preconcepciones de los alumnos, ya que ellos al manifestarlas expresaron varias ideas que básicamente se refieren a que ellos conciben que entre más extenuante sea un ejercicio más drástico va a ser volver a las condiciones normales e incluso pueden ocasionar la muerte, ya sea por medio de un enfriamiento, un colapso del corazón o de los pulmones, fallar un órgano o por una tensión muscular o nerviosa, la complejidad del individuo, así como otros factores que fueron aumentando poco a poco, el dopaje.

En la tercera pregunta ¿Se pudo haber prevenido la muerte del jugador de los 49 de San Francisco? sucedió igual que en las anteriores respuestas, los alumnos no contestaron una sola opción.

Las respuestas ofrecidas se agrupan en las siguientes categorías:

**A través de una supervisión médica.**

- “Si hubiera dicho que se sentía mal” (Elizabeth).

- “Si, ya que si después de cada partido los checaran se pudo haber evitado” (Lluvia).
- “Si o el golpe en el pecho tal vez si hubiera avisado que le dolía algo así o que se sentía mal pero como ni se quejó no se pudo prevenir” (Juan Antonio).
- “Si porque antes del juego les hacen exámenes médicos haber si están bien” (Erick).
- “A lo mejor si se hubiera conocido la salud del jugador” (Paulina Andrea).
- “Yo creo que sí pues debió haberse checado a él y a todos los jugadores después del juego” (Stephanie).
- “Tal vez, porque si hubiera más seguridad en su equipo, o sea si lo hubieran revisado tal vez se hubieran dado cuenta” (Rosa María).
- “Tal vez porque si se supone que el jugador debe de tener una historia clínica y si se tiene alguna imperfección en su estado de salud no puede jugar un partido” (Héctor).

**Si se hubiera regresado a la temperatura normal poco a poco.**

- “...Si, si se hubiese tenido tiempo de enfriar su cuerpo” ( Marian Telma).
- “...Si se pudo haber prevenido si hubiese habido un enfriamiento” (Claudia Jovita).

**Si no hubiera consumido sustancias prohibidas:**

- “Si porque pudieron haberlo prevenido de lo que le iba a pasar si consumía las sustancias anabólicas” (Lucero).
- “Si evitando la utilización de sustancias y no presionando tanto a los deportistas” (María del Carmen).

La tabla 12 nos señala que hubo once respuestas afirmativas, 3 negativas y 4 de posiblemente.

1	Elizabeth Aquino	Si
2	Juan Carlos Ávila	No
3	Paulina Andrea Castillo	Posiblemente
4	Stephanie Cedillo	Posiblemente
5	Lucero Chávez	Si
6	Lluvia Estrada	Si
7	Claudia Jovita García	Si
8	María del Carmen Huerta	Si
9	Jonathan Hurtado	No
10	Marian Telma López	Si
11	Hermelinda López	Si
12	Héctor Martínez	Posiblemente
13	Rosa María Mendoza	Posiblemente
14	Michel Millán	No
15	Juan Antonio Morin	Si
16	Erick Rodríguez	Si
17	Carolina Santillán	Posiblemente
18	Oscar Serrano	Si
19	Nayeli Zacarías	Si

**Tabla 12.** Tipo de respuesta que dieron por alumno a la pregunta ¿Se pudo haber prevenido la muerte del jugador?.

Aún permaneció la idea del enfriamiento corporal, pues al dejar de jugar y no haber reducido poco a poco la intensidad del ejercicio se enfrió el cuerpo del jugador. Así también permaneció la idea de murió debido a que él mismo se presionó al dudar de su permanencia en el equipo.

Los alumnos consideraron muy importante la revisión constante de un atleta o un jugador y no permitirle jugar si se detecta la presencia de drogas o sustancias anabólicas, por lo que en ese sentido reconocen que la salud y la responsabilidad del jugador y de los médicos son esenciales para continuar o no con ese y cualquier deporte o actividad.

Todo esto se traduce a un desconocimiento por parte de los alumnos de los mecanismos homeostáticos, a no relacionar el mundo “macroscópico” de sistemas y órganos con el mundo microscópico a nivel celular y a una escasa comprensión del término metabolismo que se refiere a la suma total de los procesos químicos que ocurren dentro de una célula o un organismo responsables de la regulación, conservación y reproducción de los sistemas vivos.

Después de una breve discusión grupal la respuesta que fueron aceptando los alumnos acerca de la muerte del jugador, Thomas Herrion del equipo de los 49s de San Francisco fue la del uso de sustancias prohibidas. Ellos fueron deduciendo que estas sustancias provocaron las causas que habían mencionado, por ejemplo que aumentó la temperatura corporal, aceleró el ritmo cardíaco, afectó al cerebro o contrajo los músculos.

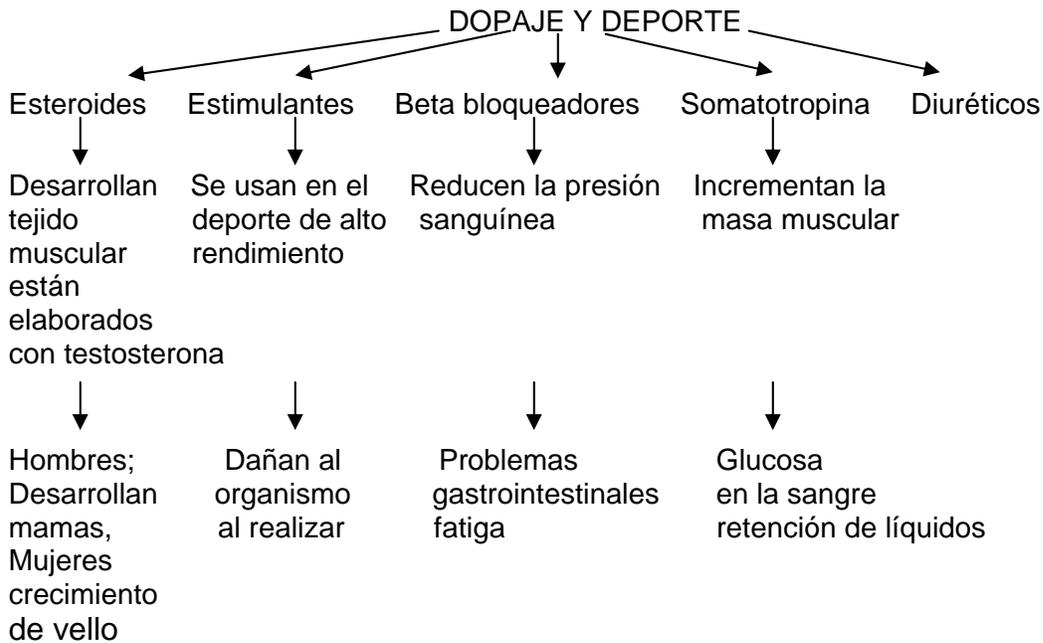
Los resultados reafirman lo dicho por Díaz-Barriga (1998), en el sentido de que los estudiantes ofrecieron explicaciones estructurales, definieron conceptos complejos, los categorizaron y compararon, lo que resultó más fructífero que una transmisión de los conocimientos, y que en este caso no concuerda con lo dicho por la misma autora, quien afirma que los alumnos prefieren la explicación de su profesor y resolución por parte de él mismo. Posiblemente en este grupo influyó el trabajo en equipos, la lectura independiente, haber sido escuchados, la intervención del profesor, el rapport realizado que ellos manifestaran sus ideas, las confrontaran y llegaran a deducir que la muerte del jugador fue debida al uso de sustancias prohibidas.

### 6.3 DEMOSTRACIÓN

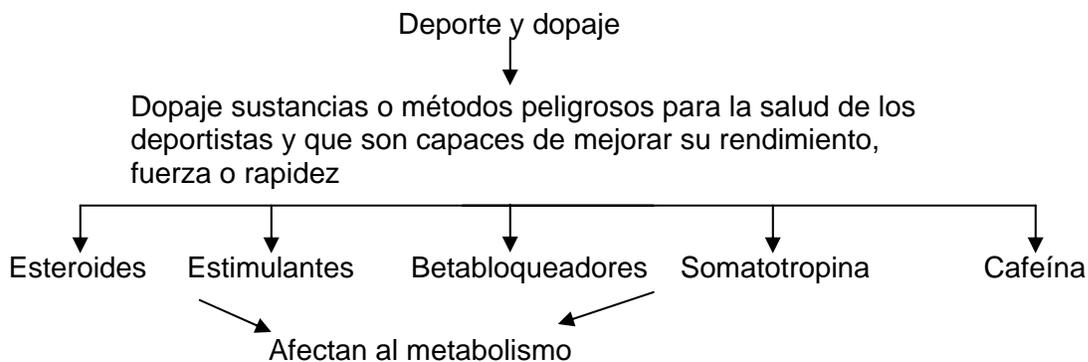
Es notable observar cómo en los alumnos hubo una notoria mejoría tanto en la calidad de las ideas expresadas como en la forma de expresarlas, después contrastado sus ideas y de haber leído el artículo “Deporte y Dopaje”. Las respuestas que dieron estuvieron más estructuradas, expresándolos a través de mapas conceptuales.

Como ejemplos, citaremos cinco de ellos que ponen de manifiesto lo anteriormente dicho.

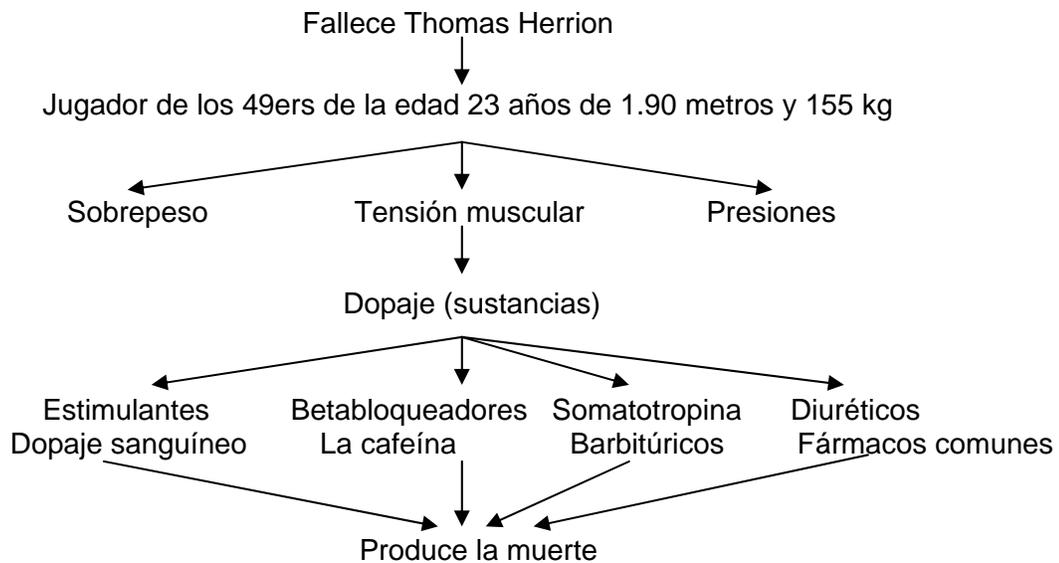
Elizabeth Aquino, fue la alumna que en un inicio dio una lista de causas para explicar la muerte del jugador, en esta fase realizó el siguiente mapa conceptual:



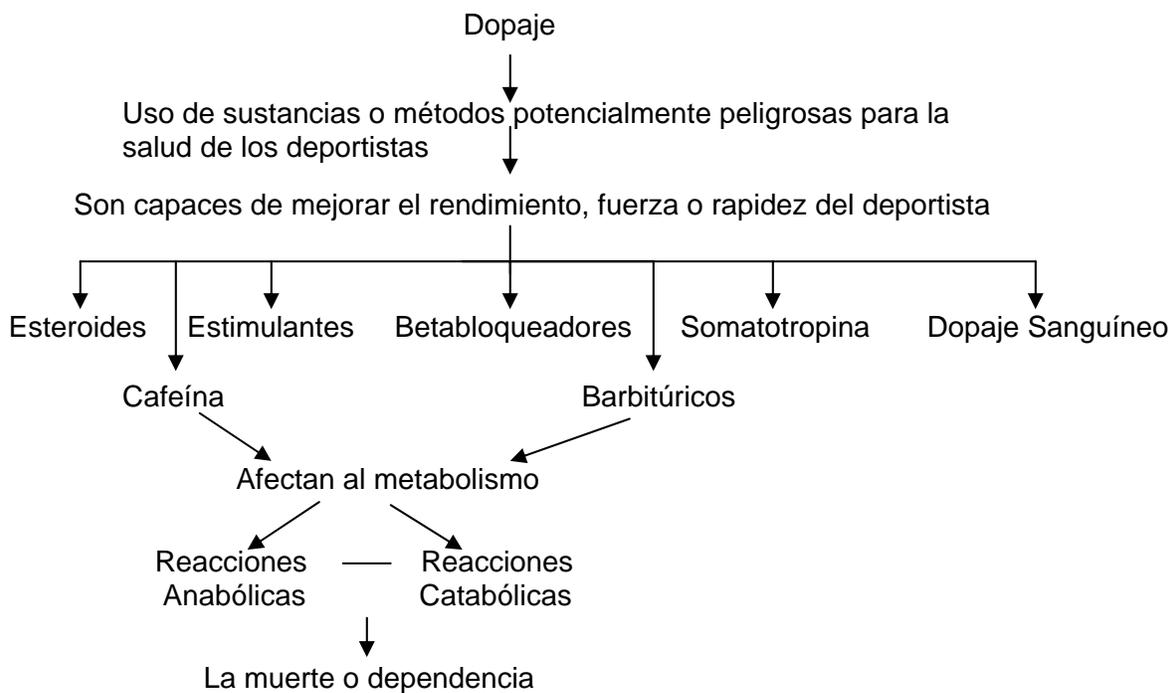
Un mapa conceptual que muestra de forma clara las ideas expresadas y relacionó esta actividad con el metabolismo fue el realizado por Stephanie Cedillo.



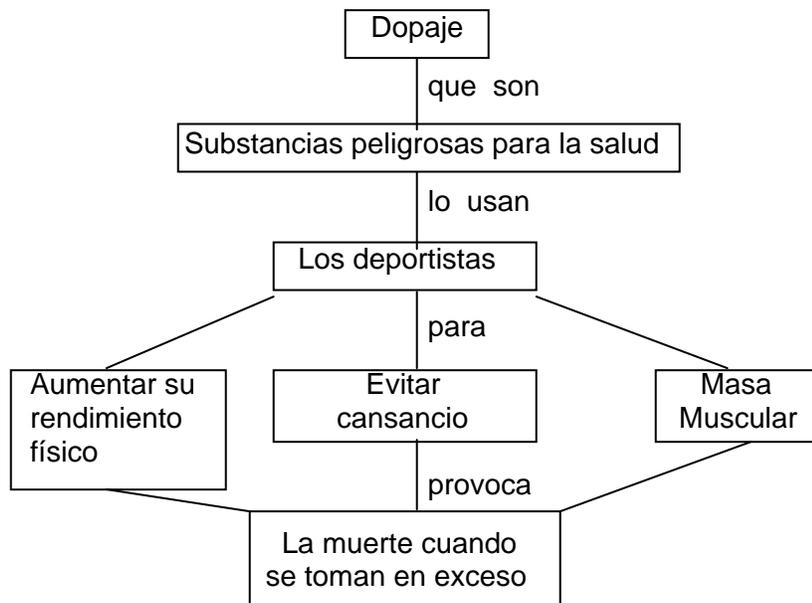
Un mapa conceptual que contiene otro concepto principal a los dos anteriores y que al final del mismo concluye en la muerte del jugador fue el elaborado por Paulina Andrea Castillo.



La alumna Claudia Jovita García construyó el siguiente mapa conceptual que muestra una conexión de ideas transversales y la misma conclusión que el mapa anterior.



El siguiente mapa conceptual fue realizado por Erick Rodríguez, quien en la primera fase contestó que la muerte de jugador fue “porque tomó algo no debido (dopaje)”.



Podemos observar que al igual que los mapas conceptuales anteriores existe una integración de los conocimientos. Ellos pudieron jerarquizar y argumentar sus ideas. Poco a poco fue habiendo un proceso de cambio conceptual, de explicaciones implícitas a explícitas, de estructuras simples a estructuras complejas.

Este cambio de explicación implícita a explícita se puede observar con mayor claridad en las siguientes tablas 13 y 14, donde se comparan sus respuestas que manifestaron en la fase de activación y en esta parte de la fase de demostración.

Estos resultados coinciden con los enunciados por Díaz-Barriga (1998), ya que las ideas previas, las habilidades de comprensión de textos y elaboración de mapas conceptuales favorecieron la comprensión y que en este caso poco a poco se fueran introduciendo al tema de respiración celular.

¿Cuál crees que haya sido la causa de la muerte del jugador de fútbol americano, Thomas Herrion?.

FASE DE ACTIVACIÓN	FASE DE DEMOSTRACIÓN
<p>1. Elizabeth Aquino “Tensión muscular, calentamiento de su cuerpo, paró su actividad, dopado, esfuerzo excesivo, sobrepeso”.</p> <p>2. Juan Carlos Ávila “Frío y calor en el cuerpo”.</p> <p>3. Paulina Andrea Castillo “Por la tensión, la preocupación aparte de que era demasiado grande y obeso para poder correr”.</p> <p>4. Stephanie Cedillo “Con su cuerpo, su peso y la condición, yo creo que fue por la respiración. Calentamiento del cuerpo”.</p> <p>5. Lucero Chávez “Se agitó demasiado y tal vez le faltó el que todo esto sería por su sobrepeso o mejor dicho obesidad”.</p> <p>6. Lluvia Estrada “Yo creo que fue algo sobre la respiración y no le ayudó mucho su cuerpo y su peso”.</p>	<p>“El deportista tomó somatotropina para incrementar la masa muscular y aumentar la sensación de bienestar. Puede aumentar los niveles de glucosa en la sangre”.</p> <p>“La persona utilizó estimulantes para incrementar el rendimiento, pero su cuerpo y el ritmo cardíaco la presión arterial y tensión muscular pudieron haber causado su muerte. Quería ser el mejor del equipo para ser aceptado, por eso se dopó.</p> <p>“El jugador Herrion se colapsó porque ingirió sustancias que alteraron su metabolismo, como los estimulantes, el cual le sirve para un mejor rendimiento que era lo que el buscaba ya que tenía la presión de jugar bien sino iba a ser descalificado entonces pudo haber tomado estimulantes, somatotropina, o alguna otra sustancia”</p> <p>“Estaba presionado psicológicamente ya que él quería que lo seleccionaran y le dieran un lugar en el equipo para la temporada. Yo creo que se metió estimulantes para tener un mejor rendimiento. Debido a esto tuvo algunos problemas metabólicos y estos tuvieron consecuencias fatales. También pienso que su familia y amigos no quisieron hacer público lo sucedido”.</p> <p>“Pudo haber muerto porque utilizaba estimulantes ya que son los que más le convinieron, ya que el murió de un colapso que es el resultado por usar estimulantes aparte de que causan la tensión muscular, aumento del ritmo cardíaco, presión arterial y no se dio cuenta cuando su cuerpo estaba fatigado porque la sustancia los hace “resistentes” a todo esto”.</p> <p>“Los estimulantes tal vez tuvieron algo que ver ya que los síntomas que él tenía eran los parecidos a los efectos que hace una dosis de estimulantes”.</p>

<p>7. Claudia Jovita García  “La alta actividad que tuvo provocó un fuerte calentamiento y esto causó que su cuerpo bajara de temperatura cuando dejó de hacer la actividad y su cuerpo se colapsó”.</p>	<p>“Murió por dopaje.- él consumió la somatotropina (hormona de crecimiento). El jugador debió o tomó esta sustancia para elevar su masa muscular y aumentar la sensación de bienestar, pero junto con la depresión, angustia o tensión, su organismo no aguantó esta sustancia ya que pudo haber provocado un exceso de tensión muscular con la retención de líquidos”</p>
<p>8. María del Carmen Huerta  “Una de las primeras causas era que el estrés que éste sufría acerca de lo que pasaría en el equipo y si obtendría un lugar”.</p>	<p>“Pienso que el jugador tomaba estimulantes ya que es muy difícil pensar que por causas naturales pudo morir, y como resultado de analizar en las circunstancias en las que murió y de la autopsia no obtener un dato preciso, se piensa que tuvo que ver con las consecuencias provocadas por los estimulantes, ya que le pudo dar un colapso”.</p>
<p>9. Jonathan Hurtado  “Paró su actividad, exceso de ejercicio, golpe en el pecho, dopaje, deshidratación, sobrepeso”</p>	<p>“La hipótesis es que se dopó con los estimulantes y después de realizar sus actividades el cuerpo no se resistió y poco a poco lo afectó hasta que se colapsó y murió”.</p>
<p>10. Marian Telma López  “Tal vez por un paro respiratorio o un colapso nervioso”.</p>	<p>“Murió por la ingestión de estimulantes ya que al alterar el ritmo cardiaco la presión arterial y la tensión muscular después del juego, al pasar el efecto de ellos, el cuerpo entró en una descompensación y sobrevino un paro cardiaco”.</p>
<p>11. Hermelinda López  “Un abuso de ejercicio y posiblemente un consumo de drogas”.</p>	<p>“El jugador posiblemente consumía estimulantes ya que requería de fuerza y con ellos se sentía súper hombre, sin embargo, aunque se recomienda que no se use nada que altere al organismo por estar en peligro la vida muchos atletas hacen caso omiso y las consumen”.</p>
<p>12. Héctor Martínez  “Pudo haber sido a causa de un paro respiratorio causado por la falta de oxígeno, o el calor, o por su mismo peso”.</p>	<p>“Yo creo que fue porque se dopaba, en este caso fueron los estimulantes ya que con ellos no sientes el esfuerzo realizado, pero después vienen las consecuencias debido a que los estimulantes afectan el ritmo cardiaco, la presión arterial, la tensión muscular y los impulsos nerviosos”.</p>
<p>13. Rosa María Mendoza  “Calentamiento de su cuerpo, paro su actividad, dopado, sustancias anabólicas, esfuerzo excesivo, sobrepeso”.</p>	<p>“Se murió por un paro cardiaco, eso pienso yo, ya que creo que tomó estimulantes ya que este permite que corras mucho y hagas mucho ejercicio y no sientas fatiga, pero también aumenta el ritmo cardiaco y aumenta la temperatura corporal lo que esto ocasiona dificultades respiratorias y esto culmina en colapso”.</p>

<p>14. Michel Millán "Paró su actividad, exceso de ejercicio, golpe en el pecho, paro cardiaco, dopado, sobrepeso, sobrecalentamiento".</p> <p>15. Juan Antonio Morín "Por su obesidad se agitó mucho y necesitó oxígeno y su cuerpo no aguantó el ejercicio o que le haya dado un golpe en el pecho".</p> <p>16. Erick Rodríguez "El sobre calentamiento de su enorme cuerpo y porque tomó algo inadecuado (dopaje)".</p> <p>17. Carolina Santillán "Calentamiento del cuerpo, paro cardiaco, sobrepeso, tensión, golpe de pecho, derrame, tensión muscular, dopaje, esfuerzo excesivo".</p> <p>18. Oscar Serrano "Paro respiratorio quizás provocado por el calentamiento corporal o posiblemente por ingerir sustancias anabólicas".</p> <p>19. Nayeli Zacarías "Por el calentamiento de su cuerpo, dejó su actividad repentinamente".</p>	<p>Mi hipótesis es que tomó somatropina ya que lo utilizó para incrementar su masa corporal y él no lo sintió porqu ésta daba una sensación de bienestar".</p> <p>"Murió porque se dopó con estimulantes, se agitó demasiado que por los estimulantes no sintió y al poco rato sufrió un colapso".</p> <p>"El jugador falleció a causa de que se dopó antes del juego tomó efedrina y el jugador se esforzó más ya que a causa del estimulante no sintió el cansancio y después vino la decaída (muerte) a eso se le puede acreditar la muerte".</p> <p>"Se murió porque tal vez usaba estimulantes los cuales incrementan el el ritmo cardiaco, la presión arterial, la tensión muscular y los impulsos nerviosos lo que ocasiona que los atletas estén más atentos y resistan al sueño y la fatiga y puede terminar en colapso y el jugador se colapsó".</p> <p>"Hubo muchas posibilidades de que este jugador de americano pudo haber ingerido sustancias anabólicas o prohibidas por los servicios de salud. Ya que muchos de estas sustancias causan daño al cuerpo y hasta la muerte y él presentó síntomas de que adquirió algunas de estas como los estimulantes que incrementan el ritmo cardiaco o tensión muscular y presión arterial".</p> <p>"La muerte del jugador pudo haber sido por un dopaje de estimulantes, ya que el atleta puede ser más atentos y resisten a la fatiga, además aumenta la temperatura corporal".</p>
---	---

**Tabla 13.** Respuestas que dieron por alumno en la fase de activación y después de haber realizado la contrastación de ideas, la lectura del artículo Deporte y dopaje y los mapas conceptuales.

¿Se pudo haber prevenido la muerte del jugador de los 49ers de San Francisco? ¿Cómo se podría evitar para que no sucedan más muertes de esta manera?	
FASE DE ACTIVACIÓN	FASE DE DEMOSTRACIÓN
<p>1. Elizabeth Bautista "Si hubiera dicho que se sentía mal".</p> <p>2. Juan Carlos Ávila "No".</p> <p>3. Paulina Andrea Castillo "A lo mejor si se hubiera conocido la salud del jugador".</p> <p>4. Stephanie Cedillo "Yo creo que sí pues debió haberse checado a él y a todos los jugadores después del juego".</p> <p>5. Lucero Chávez "Si porque pudieron haberlo prevenido de lo que le iba a pasar si consumía las sustancias anabólicas".</p> <p>6. Lluvia Estrada "Si, ya que si después de cada partido los checaran se pudo haber evitado".</p> <p>7. Claudia Jovita García "Si se pudo haber prevenido si hubiese habido un enfriamiento".</p> <p>8. María del Carmen Huerta "Si evitando la utilización de sustancias y no presionando tanto a los deportistas".</p>	<p>"Que exista más vigilancia en los jugadores".</p> <p>"Llevar un estricto control en la supervisión de jugadores para evitar el dopaje".</p> <p>"Esto se podría evitar haciendo con más frecuencia las revisiones a los jugadores y que los deportistas tomen como ejemplo el caso de Herrion y se den cuenta de lo dañino y peligroso que puede ser, el no cuidarse o seguir las indicaciones".</p> <p>"Dar a conocer los problemas que ocasiona, no sólo a deportistas sino a las demás gente. Que este tipo de "medicamentos" no se adquieran tan fácilmente. Los doctores deben ser más honestos y mejor realizar su trabajo".</p> <p>"Una forma sería promoviendo campañas contra el antidoping y explicar el mal que causa, también exponiendo el caso de los deportistas que han muerto por consumir estas sustancias y revisarlos y hacerles pruebas sin que ellos lo sepan".</p> <p>"Pues más que nada cada que salgan a jugar hacerle un dopaje y sobre todo examinando muy bien para que no pase lo mismo que al jugador fallecido y así si los jugadores están en buen estado".</p> <p>"Para evitar este tipo de muertes es hacer una difusión de conciencia para no llegar a consumir estas sustancias, también cuenta el estado psicológico del deportista ya que muchas veces caen a esto por el bajo o mal estado de anímico. Otra forma es que las organizaciones incrementen el cuidado del deportista y los famosos doping, con su respectiva desintoxicación en caso de ser positivo".</p> <p>"Lo más fácil es que los atletas o deportistas no recurrieran al dopaje y que no sean tan presionados en sus equipos".</p>

<p>9. Jonathan Hurtado "No".</p> <p>10. Marian Telma López "Si, si se hubiese tenido tiempo de enfriar su cuerpo".</p> <p>11. Hermelinda López "Si hubiera llevado una vida más sana no le hubiera pasado nada, estaría todavía vivo".</p> <p>12. Héctor López "Tal vez porque si se supone que el jugador debe de tener una historia clínica y si se tiene alguna imperfección en su estado de salud no puede jugar un partido".</p> <p>13. Rosa María Guerrero "Tal vez, porque si hubiera más seguridad en su equipo, o sea si lo hubieran revisado tal vez se hubieran dado cuenta".</p> <p>14. Michel Millán "No".</p> <p>15. Juan Antonio Morín Aguilar "Si o el golpe en el pecho tal vez si hubiera avisado que le dolía algo así o que se sentía mal pero como ni se quejó no se pudo prevenir"</p> <p>16. Erick Rodríguez "Si porque antes del juego les hacen exámenes médicos haber si están bien".</p> <p>17. Carolina Santillán "Tal vez porque si no hubiera estado tan presionado no hubiera recurrido a los estimulantes".</p> <p>18. Oscar Serrano "Si".</p> <p>19. Nayeli Zacarías "Si, no se hubiese mojado con agua y no hubiera dejado de hacer actividad luego luego".</p>	<p>"Se podría evitar haciendo el antidoping a los jugadores que alinearan en los partidos o escoger a los mejores y hacerles la prueba".</p> <p>"Teniendo más conciencia en los deportistas porque por medio de estos métodos muchas veces tratan de alcanzar un nivel mayor de resistencia, sin saber que a largo plazo afectan su cuerpo".</p> <p>"Aunque se recomienda no usar sustancias que dañan el organismo, debemos insistir con los jóvenes deportistas que lo mejor para sus organismos es estar sanos y que sólo una buena alimentación y un buen entrenamiento le dará lo deseado".</p> <p>"Que se hicieran exámenes de doping antes de cada competencia o juego. Unas horas antes de estos o unas horas antes que comience".</p> <p>"Que a cada jugador lo revisen antes de salir a jugar le practiquen un antidoping".</p> <p>"Hacer dopajes antes de un juego".</p> <p>"Si porque antes del juego los exámenes médicos haber si estaba bien".</p> <p>"Se podría evitar en primera no tomarlos, en segunda hacer un examen médico a los jugadores antes del juego para prevenir la muerte súbita".</p> <p>"Que hagan exámenes a los jugadores antes de jugar".</p> <p>"A todos los deportistas se les recomendaría que no usen anabólicos, ni esteroides, ni ninguna sustancia que cause daño a su cuerpo, que el ejercicio constante nos lleva al éxito y no que las presiones sociales nos lleven a la muerte".</p> <p>"Pues evitar el uso de sustancias prohibidas y que la organización olímpica cuide más a los jugadores (deportistas)".</p>
---	---

**Tabla 14.** Tipo de respuesta que dieron por alumno a la pregunta ¿Se pudo haber prevenido la muerte del jugador?

## SOFTWARE EDUCATIVO

Los alumnos consideraron que el software empleado cumplió con una serie de características funcionales, técnicas y pedagógicas, entre las que podemos mencionar:

1. Calidad del entorno audiovisual:
  - Diseño general claro y atractivo de las pantallas. Les pareció muy didáctico el material, aunque en este punto, los alumnos manifestaron que la letra de cada pantalla hubiese sido más grande.
  - Calidad técnica y estética. Los alumnos les agradó el contraste de colores en las imágenes y la sencillez de las mismas.
2. La calidad en los contenidos:
  - La información que se presentó fue correcta e interesante pues así lo señalaron los alumnos en sus evaluaciones.
3. Navegación e interacción:
  - Buena estructuración del programa, un entorno transparente que permitió que el usuario tenga el control.
  - Gestión de preguntas, respuestas y acciones. Algunos de los alumnos consideraron que las preguntas hechas durante la exposición contribuyeron a la construcción de su aprendizaje.
4. Capacidad de motivación:
  - En este punto los alumnos les pareció muy interesante haber abordado este tema de esta manera.
5. Adecuación a los alumnos y a su ritmo de trabajo:
  - La mayoría de ellos consideró que la exposición fue adecuada dado el tema que se les dificulta por las fórmulas químicas.
6. Potencialidad de los recursos didácticos:
  - El software favoreció al alumno interactuar de forma dirigida con los nuevos contenidos, desarrollo de sus propias estrategias de aprendizaje, recibir la ayuda que apareció programada en el software, interactuar con representaciones de las reacciones metabólicas en movimiento, que en otras condiciones es a veces muy difícil o imposible de lograr una comprensión de tal abstracción.

Su impacto motivacional que generó el empleo del software redundó en una mejor disposición ante el aprendizaje, así quedó demostrado en la evaluación realizada al final de la sesión pues a excepción de una pregunta que viene al final del software no pudo ser contestada correctamente, pero con la ayuda de otros compañeros ya se contestó correctamente. Al final del software aparece una instrucción que indica el número de aciertos que tuvieron y por ende permitió que ellos mismos se autoevaluaran.

Con este sistema se reprodujo varias veces las secuencias y animaciones de las reacciones metabólicas entre ellas las fases de la respiración, glucólisis, ciclo de Krebs y transporte de electrones. En este sentido, al realizar el material se tuvo presente que la secuenciación fuera la adecuada.

Los resultados concuerdan con González (2003), el software no es un problema para el alumno o profesor, al contrario es una herramienta de apoyo.

## 6.4 APLICACIÓN

El cuestionario de relación de columnas que aparece al final del Software fue contestado muy bien por los alumnos. La mayoría de las respuestas las fui desplazando a la pregunta correcta según lo que ellos me indicaban, esto fue porque les inquietó que le haya sugerido que pasaran ellos a realizarlo, pues no estaban acostumbrados a pasar al frente y contestar de esta forma. Sin embargo, para los que llegaron a pasar y al resto del grupo les pareció una experiencia muy agradable como así lo hicieron saber en sus evaluaciones hechas al final de la sesión.

Esta sensación agradable se incrementó cuando al hacer clic en el botón de evaluación conocieron su resultado que fue de 10.

La tabla 15 muestra las preguntas que se realizaron en la sopa de letras, en la misma tabla del lado derecho aparecen el número total de alumnos que contestaron adecuadamente el ejercicio entre paréntesis se indica la respuesta.

Pregunta	Total
1. Conjunto de todos los procesos químicos envueltos en la liberación y utilización de energía (Metabolismo)	17
2. Proceso de degradación de la glucosa hasta ácido pirúvico (Glucólisis)	19
3. Gas que se libera en la fermentación alcohólica (Bióxido de Carbono)	19
4. Producto que se libera en la fermentación láctica y que es causante de los calambres (Ácido Láctico)	19
5. Principal molécula portadora de la energía (ATP)	17
6. Procesos de degradación, se obtiene energía (Catabolismo)	17
7. Fase del proceso catabólico donde se obtiene la mayor parte de ATP (Transporte de electrones)	19
8. Organelo donde se realiza el ciclo de Krebs (Mitocondria)	19
9. Molécula que genera 3 ATP en el proceso del transporte de electrones (NADH)	19
10. Proceso que consiste en la oxidación de la glucosa en ausencia de oxígeno (Fermentación)	19

**Tabla I5.** Número de alumnos que encontraron las respuestas correctas en la sopa de letras.

Los resultados de la tabla nos indican que la sopa de letras fue realizada con éxito por casi todos los alumnos. Lo importante es resaltar que una pregunta mal planteada da origen a confusión, pues dos alumnos contestaron de forma incorrecta, anotando catabolismo en la primera pregunta y metabolismo en la sexta, es decir de forma inversa a como correctamente se tenía que haber contestado. Pero al hacer un análisis vemos que ambas preguntas pueden ser contestadas como las contestaron los alumnos, por lo que en la pregunta seis debería haber dicho "Fase del metabolismo consistente en la degradación de los compuestos y liberación de energía".

La pregunta cinco que dice “Principal molécula portadora de la energía” fue mal contestada por dos alumnos, esto posiblemente a dos causas:

1. La pregunta tendría que haber sido planteada como en el cuestionario de que se encontraba al final del software, esto es, “Principal molécula energética de las células compuesta por una adenina, una ribosa y tres fosfatos”, ya que en información bibliográfica se encuentra que la glucosa es la principal molécula que utilizan los seres vivos como fuente de energía.
2. En los medios electrónicos e impresos es común escuchar y leer que las proteínas son fuentes energéticas muy importantes, recordemos que las proteínas son más bien componentes estructurales de enzimas, hormonas y de organelos celulares entre otros.

En cuanto a las demás preguntas todas fueron contestadas acertadamente, lo que indica que la parte conceptual estaba desarrollándose muy bien.

Con respecto al ejercicio de rendimiento energético de la oxidación completa de una molécula de glucosa sólo 12 alumnos pudieron contestarla, esto fue debido en parte porque durante la demostración del Software no se hizo mucho hincapié en el conteo de los ATP que se iban obteniendo en cada fase.

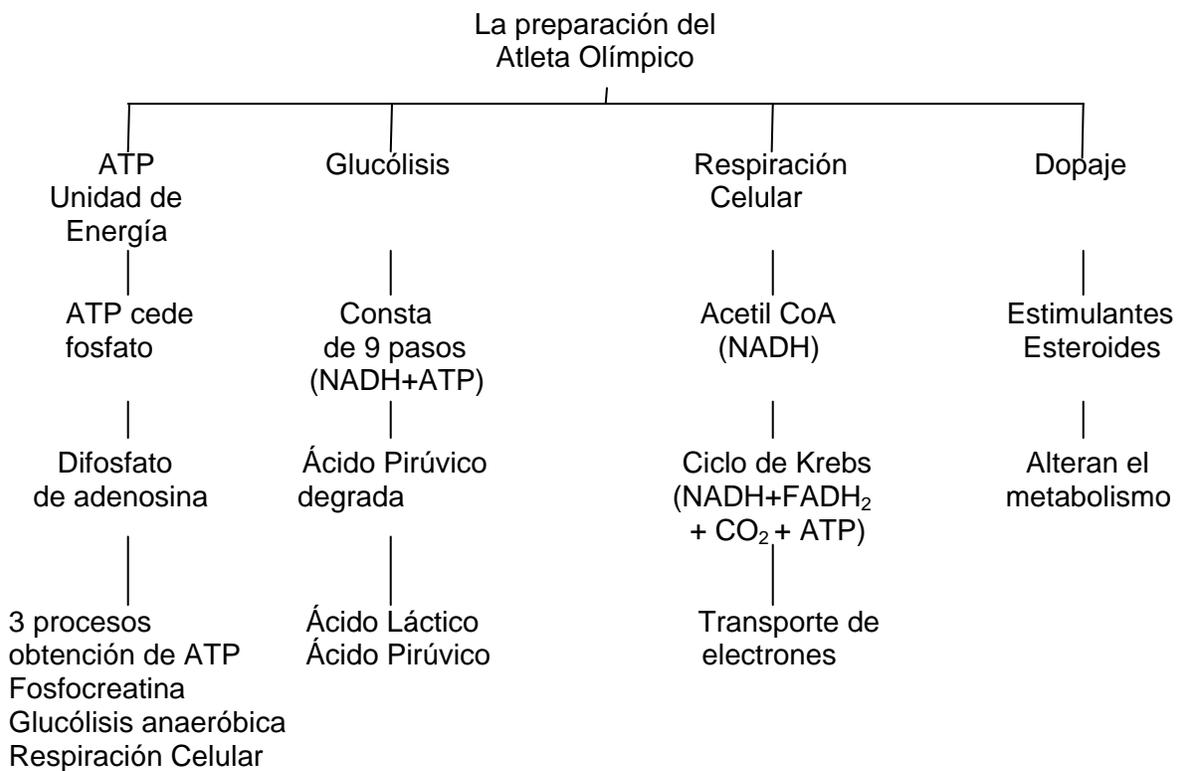
Los resultados confirman lo observado por White (1999), la variedad de actividades mantiene el interés de los alumnos. Al realizar lecturas de textos, mapas conceptuales, cuestionario de relación de columnas y sopa de letras evitaron la monotonía de realización de ejercicios y esto evitó que las realizaran de manera mecánica y sin apoyarse unos a otros.

## 6.5 INTEGRACIÓN

Los mapas conceptuales se hicieron en equipo, por lo que no se pudo dar continuación a observar el desarrollo de cada alumno. Sin embargo, el trabajar en equipo favoreció que ellos intercambiaran ideas, fueran poco a poco conectar lo macroscópico (sistemas y órganos) con células, argumentar sus ideas y estructurar los conceptos formando ya mapas conceptuales más elaborados.

Estos fueron los cinco mapas conceptuales, uno por equipo;

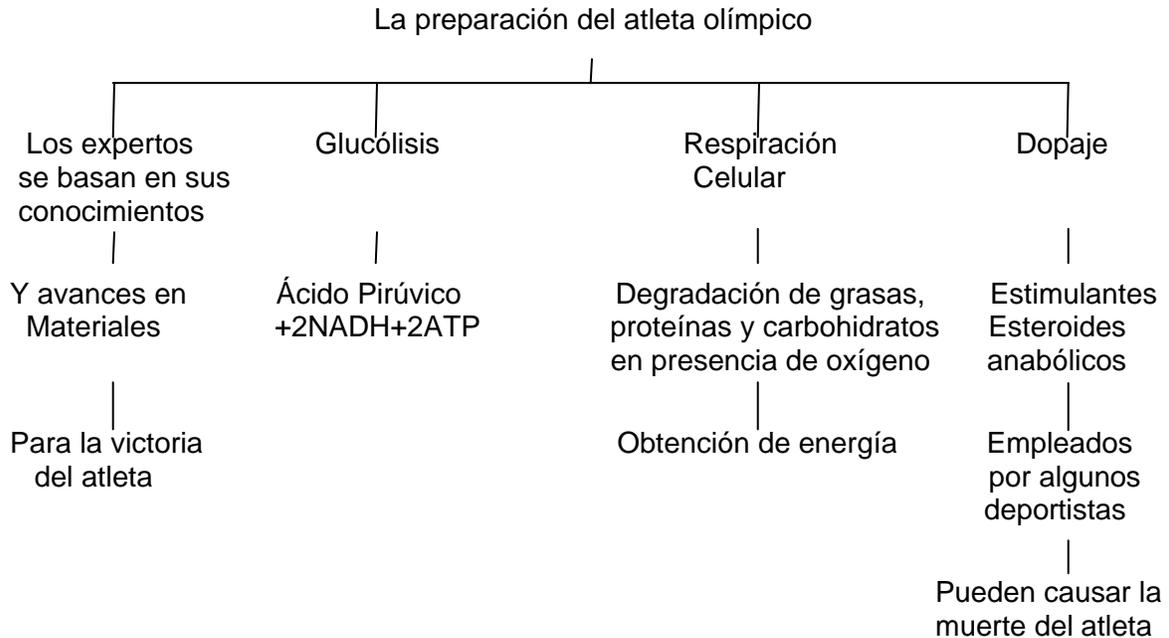
El primer mapa conceptual que se ilustra fue el del equipo integrado por Elizabeth Aquino (al compararlo con el que se muestra en la página 96, puede observarse que integró más conceptos) Rosa María Guerrero, Jonathan Hurtado, Michel Millán y Carolina Santillán.



En este mapa conceptual vemos que los alumnos detectaron la importancia del ATP, cómo lo obtenemos y el significado del consumo de sustancias prohibidas en este proceso. A pesar de que no se observan conectores transversales es claro que ellos lograron tener una noción general del tema, y que en mi experiencia docente pocas veces lo logré. El Diseño Instruccional es entonces una excelente alternativa para lograr la comprensión de un tema en términos generales.

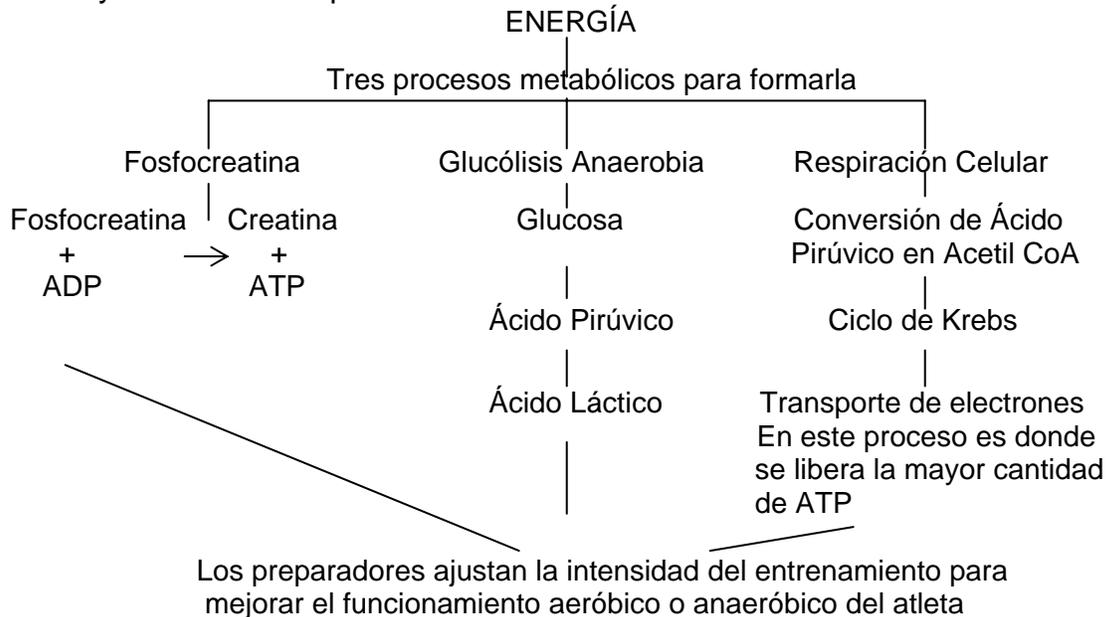
Además la comprensión de un artículo como el que se les pidió leer y de ahí elaborar un mapa conceptual, es de tomarse en cuenta pues haber extraído estas ideas es un gran avance en el entendimiento del tema del metabolismo y que muy seguramente al leer otro artículo o escuchar en los medios electrónicos tenderán una idea más clara del tema, contribuyendo así a que la ciencia ya no sea tratada como algo muy alejado y aburrido.

El siguiente mapa conceptual fue el realizado por Stephanie Cedillo (mapa constrastrada con el que aparece en la página 96), Lucero Chávez y Juan Antonio Morin.



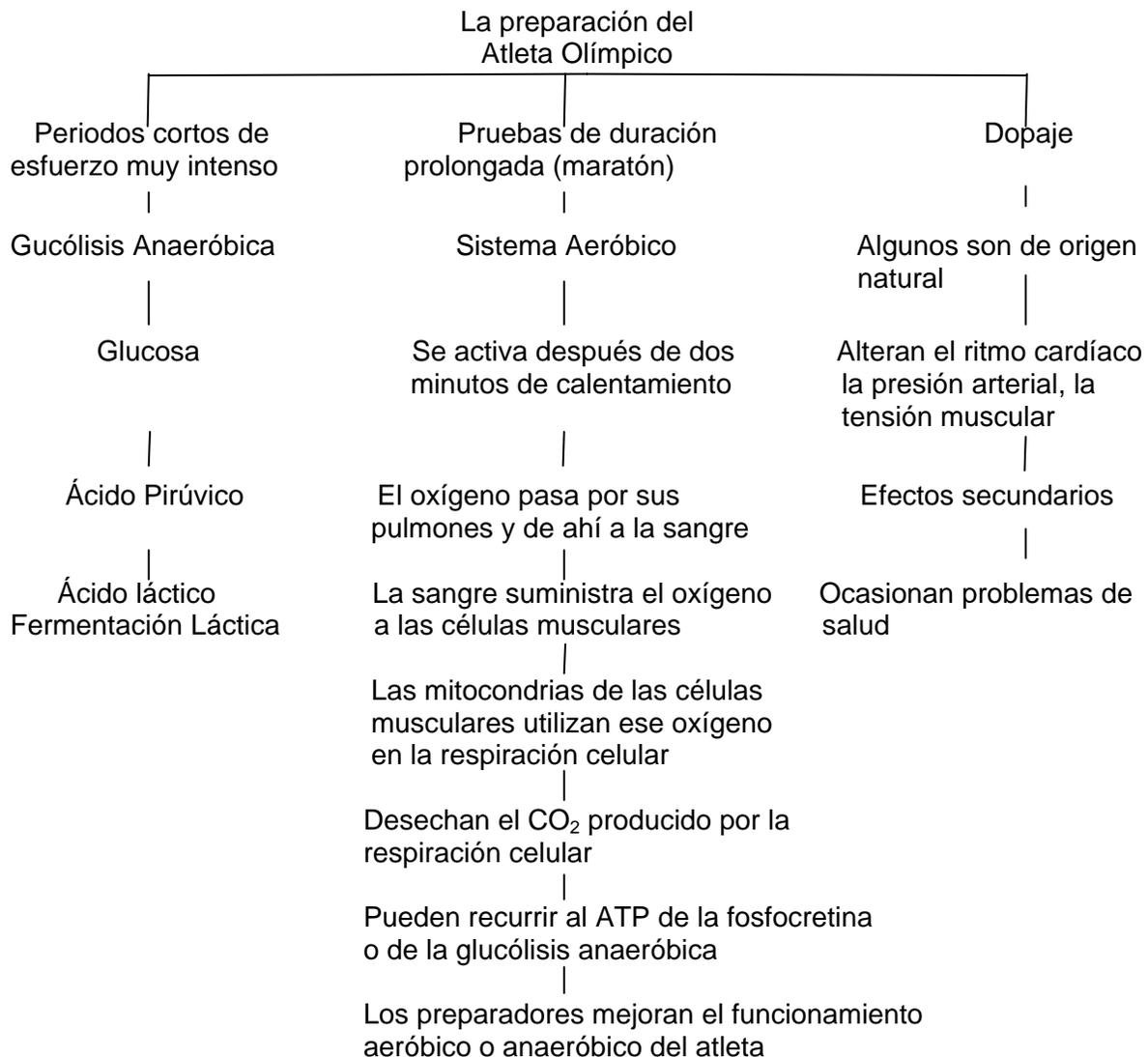
Podemos observar en el mapa conceptual la manera en como el equipo logró establecer un nexo más fuerte entre los procesos de la digestión y respiración, inclusive se puede apreciar que su concepto de respiración es el que realmente la biología lo concibe y no como el acto de inhalar y exhalar el oxígeno.

El siguiente mapa conceptual fue el realizado por Paulina Andrea Castillo (cuyo mapa de la fase de demostración aparece en la página 97), María del Carmen Huerta y Hermelinda López.



En el mapa conceptual anterior observamos que este equipo extrajo del artículo “La preparación del atleta olímpico” lo que consideró significativo y puede decirse que lo lograron, en el sentido de que valoraron las relaciones entre los conceptos especialmente al final del mismo, pues lograron interconectar los procesos aparentemente inconexos. Otro aspecto importante de mencionar es que hubo un trabajo en equipo y que de una forma u otra muestra una participación activa de cada integrante del mismo.

Otro mapa conceptual fue el realizado por Claudia Jovita García (al compararlo con el que muestra en la página 97, este está mucho más estructurado), Marian Telma López, Juan Carlos Ávila y Oscar Serrano.



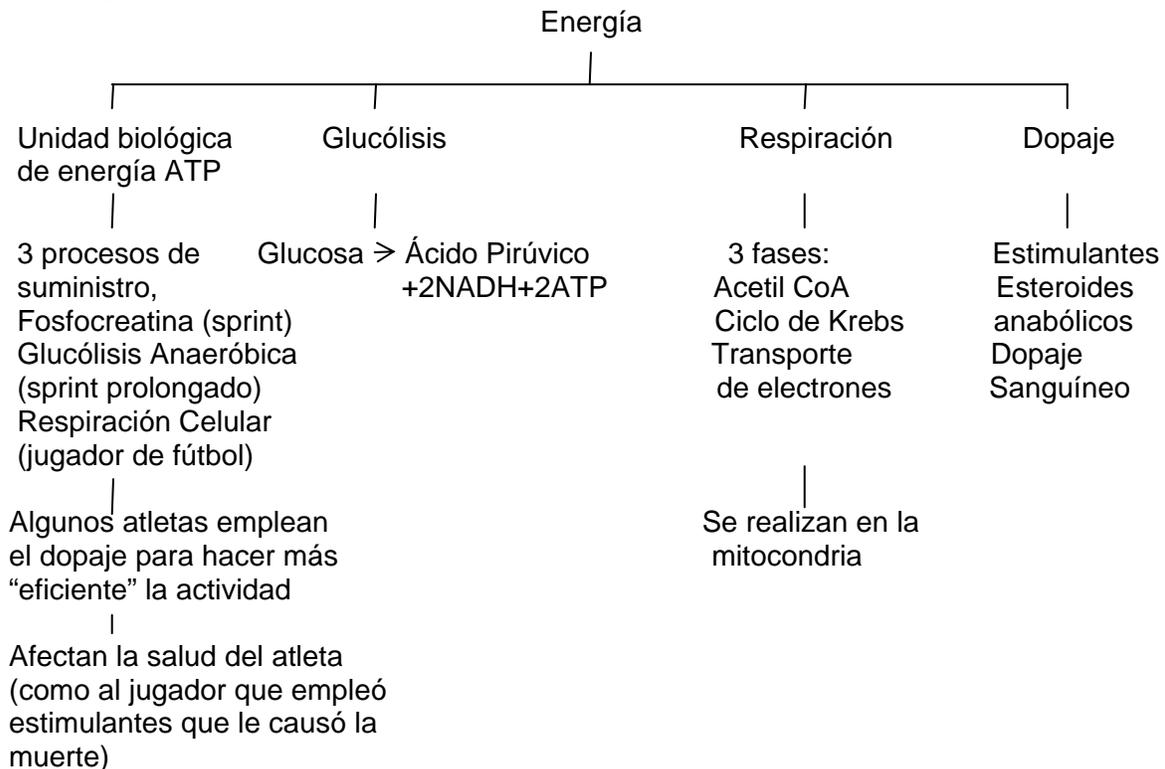
En el mapa conceptual vemos un modelo relacionado, porque señala el papel de la sangre como medio de interrelación entre los procesos digestión, circulación y respiración, tanto pulmonar como celular. La sangre recoge las sustancias

nutritivas procedentes de la digestión y las transporta hacia las células, en donde serán utilizadas para la realización de las funciones vitales.

Esto es, para este equipo, concibieron los procesos de una manera más integral pues, los órganos están formados por células y que los nutrientes y el oxígeno obtenidos mediante la digestión y respiración, son imprescindibles para el buen funcionamiento de su cuerpo.

Esto último nos hace reflexionar que la enseñanza del metabolismo adolece de una serie de deficiencias, entre las que podemos indicar ausencia de una visión global de lo que se está enseñando, es decir no se fomenta el aprendizaje de conceptos básicos generales, falta la progresión en los contenidos (no se suele establecer un grado de diferenciación adecuado en función del nivel educativo de que se trate), escasa relación entre los contenidos que se enseña (la enseñanza de la nutrición y respiración se efectúa de forma compartimentada y sesgada, estudiando cada proceso por separado, y poner más atención a los detalles específicos que al establecimiento de relaciones entre ellos o planificación de la enseñanza sin tener en cuenta los conocimientos previos de los alumnos.

El quinto mapa fue el realizado por Erick Rodríguez (cuyo mapa elaborado en la fase de demostración se muestra en la página 98), Lluvia Estrada y Nayeli Zacarías.



ATP: Trifosfato de Adenosin molécula que consta de adenina, ribosa y fosfatos

En éste último mapa apreciamos que el equipo detectó en cuales actividades de un atleta es importante la fosfocreatina, glucólisis y respiración celular, es decir ellos se fijaron más en la aplicación que en la teoría. También este equipo logró

conectar de forma transversal la segunda y tercera columna, la glucólisis con la respiración celular. Aunque no hay un enlace entre la primera columna y la última, es claro que relacionaron el metabolismo con el dopaje.

En síntesis podemos observar que los mapas conceptuales elaborados nos dan una idea más clara que los alumnos fueron cada vez más integrando los conocimientos que ellos poco a poco fueron construyendo, y que además fueron dando argumentos científicos en lugar de sus conocimientos cotidianos. De aquí la aplicación de un Diseño Instruccional bien organizado.

## 6.7 Evaluación de la estrategia

De los 19 estudiantes que participaron en este proyecto 16 respondieron al cuestionario de evaluación de la estrategia, de ellos, el 100% consideró que fue interesante ver el tema de esa manera y con ello se había favorecido el aprendizaje y la motivación. Es importante señalar que a partir de un hecho vida real, como la muerte del jugador de fútbol americano, fue el factor que consideraron más relevante de la estrategia de aprendizaje, y que desde el punto de vista de los alumnos favoreció en mayor grado su aprendizaje y motivación. Además consideraron conveniente aplicar la estrategia a otros grupos porque se hace más explícita y fácil y con ejemplos se entiende mejor, lo que nos indica que la enseñanza por medio de solución de problemas hace más sencillo y atractivo el aprendizaje.

Algunas de las respuestas ofrecidas a estas preguntas fueron las siguientes:

1. ¿Fue interesante ver el tema de metabolismo con un caso como el del jugador de fútbol americano? Si, no ¿por qué?.

### Vinculación de los contenidos con situaciones de la vida real.

1. *“Si porque así sabemos cuidarnos más”.*
2. *“Si, porque fue un caso que pasó actualmente y nosotros averiguamos sobre su muerte y dimos una solución aparte de aprender mejor”.*
3. *“Si porque pues se habló de un tema cierto”.*
4. *“Si porque he visto varias muertes súbitas como las del jugador y no sé realmente como morían, pero al estudiar me di cuenta del porqué morían tan repentinamente”.*
5. *“Si porque fue claro ejemplo de que riesgos corre nuestro metabolismo si lo distorsionamos con algunos anabólicos y esto es un caso pero igual pueden funcionar cuando no cumplimos con una buena alimentación”.*
6. *“Si porque fue algo nuevo ver un tema de manera que afecte o beneficie en la vida diaria”.*
7. *“Si debido a que se observó los cambios del metabolismo con el dopaje y saber que riesgos tiene al hacerlo”.*

### Promueve el aprendizaje y la motivación:

1. *“Si le entendí y aparte se me quedaron muy grabadas las clases”.*
2. *“Si porque con un ejemplo se me hizo más claro”.*

3. *“Si, porque nos ayudaron a comprender mejor el metabolismo”.*
4. *“Si porque vimos como las sustancias dañan o perjudican el metabolismo”.*
5. *“Si porque vimos sustancias que dañan el cuerpo”.*
6. *“Si porque mostró como trabaja nuestro metabolismo y como algunas sustancias pueden alterarla”.*
7. *“Si porque vimos como algunas sustancias pueden alterar el metabolismo”.*
8. *“Si, porque fue más ilustrativa la clase, incluso el maestro hasta nos mencionó que no podíamos ir a jugar en el proyector”.*
9. *“Si ya que fue otro método de darnos clase”.*

2. ¿Crees conveniente utilizar esta estrategia para otros grupos? Si, no ¿por qué?

#### **Interés por aprenderla.**

1. *“Si, pues aprendes y te entra el gusto por la clase”.*
2. *“Si es interesante y puede ayudar a mejorar la comprensión”.*
3. *“Si, porque realmente se explica bien el tema de hecho a mí me interesó muchísimo”.*
4. *“Si, porque de algún modo te motiva a investigar”.*
5. *“Si porque creo yo uno le pone más atención y solo ve eso”.*

#### **Favorece la creación de un ambiente óptimo por su aprendizaje**

1. *“Si, porque no es aburrida la clase”.*
2. *“Si porque se hace más entretenido”.*
3. *“Si porque la hace más explícita y fácil y con estos ejemplos se entiende mejor”.*
4. *“Si porque te mantiene interesado”.*
5. *“Si porque se hace un poco más divertida la clase”.*

#### **Actitudes específicas.**

1. *“Si ya que les ayudará a comprender más el tema”.*
2. *“Si porque creo que opinarían lo mismo que yo”.*
3. *“Si, por ejemplo en otras materias para darnos idea del tema”.*
4. *“Si, ya que sería algo fuera de lo común”.*
5. *“Depende de cada grupo, no todos aprenden”.*

#### **Indecisión.**

1. *“No sé”.*

3. ¿Qué aprendiste?.

#### **Valoración crítica de los usos y abusos de la ciencia.**

1. *“Que no se debe usar drogas”.*
2. *“Pues lo que puede pasar si uno no toma conciencia de que valioso nuestro cuerpo”.*

#### **Búsqueda de significado.**

1. *“Que todo sistema vivo tenemos diferente metabolismo”.*
2. *“Que todos somos muy diferentes”.*

3. *“Que no hay que utilizar sustancias para hacer que nuestro metabolismo funcione más rápido”.*
4. *“Cómo alimentarnos a cuidar nuestro metabolismo. No ingerir sustancias que perjudiquen nuestro metabolismo”.*
5. *“Aparte de aprender temas interesantes de biología, comprendí mejor las cosas”.*
6. *“El funcionamiento del metabolismo como se elabora la energía, estructura y funcionamiento de la célula”.*
7. *“Muchas cosas, una de ellas fue el funcionamiento de mi cuerpo, aprendí como genero energía para moverme”.*
8. *“Que hay sustancias que pueden alterar el metabolismo y matarnos”.*

#### **Temáticas.**

1. *“Metabolismo, Respiración, Digestión”.*
2. *“Los procesos del metabolismo, paso por paso, la respiración y la fermentación”.*
3. *“Pues lo básico que es el metabolismo”.*
4. *“Metabolismo”.*

#### **Acercamiento a su estudio.**

1. *“Muchas cosas que no sabía”.*
2. *“Pues relativamente todo y yo pensé que nada pero no porque cuando hice el examen me acordé de algunos temas, eso quiere decir que con el método que utiliza si sirvió”.*

Todas las respuestas anteriores de la evaluación de la estrategia nos indican lo contrario a lo que plantea Lora (2005), al afirmar que en muchas ocasiones el bajo o nulo aprovechamiento está relacionado con la falta de interés de los estudiantes por el contenido de aquellas asignaturas que consideran no están relacionadas con la carrera que desean estudiar y que hace que se sientan poco motivados. En este grupo todos mostraron una participación activa, por lo que el interés depende, entre otras cosas, de las actividades que se realicen, cómo se realicen, del ambiente óptimo, de una retroalimentación. Como señala White (1999), *“Cuando se quiere animar a los estudiantes a pensar sobre su aprendizaje, la diversidad en las formas de evaluación es tan importante como la diversidad en la enseñanza o en el trabajo de clase”.*

Sin embargo, es necesario probar esta estrategia con otros temas, con otros grupos o compararla con otras.

## **CONCLUSIONES**

## PROBLEMATIZACIÓN:

- El planteamiento de preguntas de un hecho de la vida cotidiana permitió aclarar que un problema es una situación o tarea relativamente abierta, imprevisible y novedosa. Abierta porque admitió varias posibles repuestas de los alumnos, evitando una como solución exacta. Imprevisible porque sus respuestas no tuvieron una sola relación directa con el fenómeno, caso contrario con los ejercicios comunes que se dejan, por ejemplo, calcular la frecuencia fenotípica y genotípica de una cruce. Novedosa porque rompe con el esquema tradicional de presentación de los mismos.
- El planteamiento de problemas de un suceso como la muerte del jugador hizo que fuese relevante para el alumno, que predijera o explicara la(s) causa(s) del suceso con desenvolvimiento, esto es, que manifestaran sus ideas previas sin necesidad de cálculos numéricos o manipulaciones experimentales, que lo llevan a responder de forma mecánica o siguiendo las instrucciones dadas.
- Este mismo planteamiento de problema permitió al alumno que percibiera a la ciencia no como el estudio aislado de fenómenos, sino más bien que la comprendiera como un proceso y producto social.
- El haber respondido un problema planteado a partir de sus conocimientos personales permitió comprobar que a través de este tipo de actividades podemos despertar el interés por el aprendizaje de la ciencia, por lo que la motivación por su aprendizaje no sólo depende de los alumnos sino de cómo se enseña, del planteamiento de problema original y que desde el principio se le ayude a comprender lo que estudia. Esto es, que encajen en el perfil de intereses y conocimientos que poseen y que él mismo le de significado, pero sin olvidar, con la mediación del profesor y una intervención instruccional adecuada.
- También podemos afirmar que esta fase se ajustó muy bien a lo propuesto por el programa indicativo del CCH, que sugiere que debemos formular problemas cotidianos para identificar y contrastar las ideas previas de los alumnos, que, en el análisis de información, contribuya a la construcción de esquemas conceptuales y así avancen en sus explicaciones.
- Así pues, podemos indicar que se confirmó lo enunciado por el primer principio de Merrill (2002), el cual señala que el aprendizaje es promovido cuando los alumnos son involucrados en la resolución de problemas de la vida cotidiana. Pero aclarando que este debe servir de anclaje al tema a estudiar. Fue un buen inicio para lograr el aprendizaje significativo.

## ACTIVACIÓN:

- Al cuestionar a los alumnos acerca del suceso del fallecimiento del jugador, se activó el interés de ellos para originar un nuevo conocimiento. Se indagaron sus ideas previas, la forma de plantearlas, el lenguaje que usaron, los razonamientos que aplicaron, las actitudes que asumieron y el reconocimiento de que existen otros puntos de vista y así permitir que todos las manifestaran. Aspectos de tomarse muy en cuenta porque según Lora (2005), el rechazo a la participación, la falta de comunicación entre el profesor y el alumno y la ausencia de compañerismo son indicadores de reprobación en el CCH Naucalpan. Por lo que, esta estrategia puede coadyuvar a disminuir el efecto de estos indicadores en los altos índices reprobación.
- La exposición de las ideas previas ante el grupo, reafirmó lo dicho por Duschl (1995), quien señala que la exposición pública y el dar a conocer la información así como el trabajar sobre la misma contribuye al crecimiento del conocimiento. Crecimiento que es importante para la realización de las actividades con mayor entusiasmo.
- Los alumnos consideraron que el calentamiento y posterior enfriamiento corporal súbito fue la principal causa de la muerte del jugador de fútbol americano profesional del equipo de los 49 de San Francisco. Esta explicación fortalece la noción que las ideas previas tienen un origen sensorial. Sensorial porque ellos han experimentado que cuando corren liberan calor y que ese calor lo conciben como un aumento de la temperatura, al dejar de hacer ejercicio cesa la liberación de calor por lo que el cuerpo se enfría, colapsándose los pulmones, el corazón y/o el cerebro. También esta respuesta reafirmó los resultados de varios trabajos reportados por Pacca (2004), quien señala que los estudiantes conciben la energía como algo que tiene existencia casi material y puede almacenarse, sugiriendo la idea de una sustancia activa o bien es considerada como un agente causal que los cuerpos poseen y que los capacita para realizar una acción o producir cambios. Por lo que la energía liberada en el organismo calienta al cuerpo.
- La segunda explicación que más enunciaron los alumnos, fue que el sobrepeso hizo que le faltara aire. Aquí vemos que la respuesta tuvo un origen analógico, debido a que ellos han visto como las personas con sobrepeso se sofocan rápidamente, deduciendo que por un sobre esfuerzo le sobreviene la muerte al faltarle aire.
- Algunas ideas previas consideraron que no se debió presionar a un jugador para que ganara un lugar en el equipo y con ello causar su muerte. Aquí influyó el aspecto social para que ellos afirmasen esto, pues recientemente ocurrió la muerte de la hija de una conductora de televisión, Talina Fernández, quien falleció al impresionarse en el momento en que ella veía

el arma del asaltante. O también pudo haber sucedido que ellos hicieron una analogía en su vida cotidiana, ya que ellos han experimentado una sensación desagradable o sufrido desmayos al tener en vísperas un examen a finales del semestre o en momentos de mucha ansiedad.

- También las respuestas obtenidas en esta primera pregunta ponen de manifiesto el predominio de modelos conceptuales no relacionados o parcialmente relacionados, caracterizados por no identificar la interacción de los diferentes sistemas. Para los alumnos el funcionamiento del cuerpo humano tiene un carácter finalista: cada órgano/aparato realiza una función específica, independientemente de los demás. Esto también concuerda con los resultados encontrados en diferentes investigaciones reportadas por Nuñez y Banet (1996), quienes señalan que entre los alumnos predominan:

Modelos no relacionados:

- a) Las sustancias que se obtienen como consecuencia de la digestión de los alimentos no son recogidas por la sangre, sino que recorren el tubo digestivo y finalmente son eliminadas. Esto podría concordar con la respuesta dada por los alumnos, la falta de aire a los pulmones causa la muerte, por lo que conciben la respiración como el simple tránsito del aire (no oxígeno) a través de los pulmones que garantiza la supervivencia.
- a) La sangre transporta las sustancias nutritivas obtenidas durante la digestión, pero se desconoce su destino y el modo en que son utilizadas. De igual forma los alumnos afirmaron que las sustancias de dopaje, anabólicas y drogas son transportadas a todo el cuerpo pero desconocen su destino y el efecto que provocan.

Modelos parcialmente relacionados:

- a) Se constata la creencia de que los procesos relacionados con la nutrición tienen lugar en los diferentes órganos de nuestro cuerpo, sin embargo desconocen las relaciones entre los niveles macroscópicos (órganos) y microscópicos (células). Esto fue evidente en todas sus respuestas.
  - b) Consideran que el destino de las sustancias nutritivas son, en unos casos, los órganos y en otros las células; creen que unos órganos están formados por células y otros no.
- En la segunda pregunta, ¿Se pudo haber prevenido la muerte del jugador de los 49ers de San Francisco?, siguió manifestándose ideas implícitas basadas en reglas de carácter esencialmente asociativo e inductivo, esto es, los alumnos siguieron respondiendo a un nivel muy superficial. Sin embargo, no lo veamos como una dificultad para lograr el aprendizaje, más bien nos hacen ver la desconexión tan grande entre el conocimiento que usan en su vida cotidiana y el científico.
  - Otro aspecto que surge de las respuestas dadas por los alumnos, es que aunque las ideas previas son personales, resultan compartidas por diferentes alumnos, por ejemplo, la mayoría de ellos coincidió nuevamente

que la muerte del jugador fue por un sobre calentamiento del cuerpo y que al dejarlo de hacer se enfrió su cuerpo.

- Las ideas previas que manifestaron los alumnos fueron construidas a partir de ciertas unidades de información e ideas asociativas y que por activación de un ejemplo similar al de la muerte del jugador conformaron estructuras de información organizada y a las que Pozo (1999) llama estructuras estables, que de igual manera son superficiales. Esto lo podemos observar en la respuesta de alumna Claudia Jovita García, *“la alta actividad que tuvo provocó un fuerte calentamiento y esto causó que su cuerpo bajara de temperatura cuando dejó de hacer la actividad y su cuerpo se colapsó”*. En esta segunda preguntó ella contestó *“Porque dejo de hacer la actividad y el cuerpo se enfrió y bajo mucho la temperatura”*.
- En esta fase de activación, quedó de manifiesto lo mencionado por Duschl (1995), quien señala que las actividades Instruccionales son diseñadas para permitir la producción de ideas y explicaciones por parte de los estudiantes y evaluación de las mismas. En una continua retroalimentación.
- El que hayan dado respuestas diferentes a la primera pregunta dentro de los mismos alumnos, nos indica que ellos no pudieron defender sus posiciones debido a que no tenían esquemas conceptuales bien estructurados tanto del conocimiento cotidiano como del científico.
- Las respuestas concuerdan con lo señalado por Campanario (2000) las ideas previas son de carácter inconexo y a veces contradictorio, los alumnos explicaron el mismo fenómeno desde varios puntos de vista inconsistentes entre sí, carácter implícito que por otra parte dificulta su detección, pero que al ser manifestadas pueden tomarse las medidas pertinentes en el desarrollo de participaciones explícitas.
- Las respuestas confirmaron que las preconcepciones son científicamente incorrectas y aún incoherentes, pero desde el punto de vista del alumno poseyeron coherencia interna. Lo importante es que se provocó un conflicto cognitivo entre el dopaje y la del calentamiento y enfriamiento corporal, sin que el profesor haya dado la explicación científicamente correcta, fueron ellos los alumnos fueron tomado conciencia de que sus respuestas no eran correctas. Retomando a Vigotsky, en este sentido, se comprobó la interacción social es imprescindible para el proceso individual del aprendizaje, utilizando como principal instrumento, el lenguaje, entre ellos y después en el interior de cada alumno.
- Pero no sólo la fase de activación consistió en escuchar y confrontar las ideas previas de los alumnos, sino también que ellos mismos las pudieron reestructurarlas a unas más complejas, a formatos más explícitos con códigos y lenguajes en los que los que se formulan los conocimientos científicos.

- El segundo principio de Merrill (2002) señala que el aprendizaje es promovido cuando las ideas previas son activadas. Principio que quedó demostrado y además las actitudes formaron parte de la estrategia.

## DEMOSTRACIÓN

- El que los alumnos no hayan manifestado queja alguna durante la lectura del artículo “Deporte y dopaje” indica que fue un buen material de aprendizaje con una organización conceptual interna, pues la terminología y el vocabulario empleado en el artículo no fueron difíciles para los alumnos, como así manifestaron al preguntarles si tenían dudas y contestar “no maestro, todo va bien”. Esto ayudó también a que se mantuviera una actitud positiva a la comprensión del mismo.
- Es importante señalar que durante la lectura hubo un aprendizaje significativo ya que el alumno relacionó el contenido del artículo con sus conocimientos conceptuales previos surgiendo nuevos conocimientos como quedó demostrado en la elaboración de los mapas conceptuales realizados en esta fase. Esto nos hace pensar, que los alumnos si tenían los conceptos, pero estos estaban fragmentados y que la lectura los recontextualizó. Sus habilidades de comprensión de textos ayudaron en suma para la comprensión de un tema tan abstracto como es el de la respiración celular.
- Los resultados corroboraron el principio de Instrucción propuesto por Merrill (2002) que señala que el aprendizaje es favorecido cuando la activación es consistente con el objetivo de aprendizaje y cuando se les proporciona material adecuado, es decir, el objetivo que plantea el Colegio es de lograr la comprensión del tema, por lo tanto el artículo contenía aspectos generales que permitieron su comprensión y conectar el dopaje con el tema de metabolismo. Aquí cabe hacer mención que mi experiencia docente contribuyó para reelaborar el artículo original, y al parecer se logró. Situación que hace referencia a Vigotsky, es decir adecuar la información dependiendo de la zona de desarrollo próximo del alumno y así lograr un intercambio de significados ya formalizados y que su vez le permitieron redescubrir la muerte del jugador con un lenguaje en los que se formulan los modelos científicos.
- Los mapas conceptuales realizados nos permiten concluir que efectivamente hubo aprendizaje significativo, porque los alumnos pudieron identificar los conceptos centrales, jerarquizar las ideas, establecer relaciones entre ellas y sobre todo dar una redescubierta más coherente y lógica, elaborando así un modelo mental para explicar la muerte del jugador más apegada al contexto científico.

- En un contexto piagetiano, se puede concluir que los alumnos poseían esquemas mentales de asimilación para explicar la muerte del jugador, pero estos fueron modificados (acomodación) dando como resultado nuevos esquemas de asimilación, que le permitieron redescubrir el suceso de una manera más coherente y explícita, alcanzando un equilibrio (adaptación). Aunque debemos precisar que estos nuevos esquemas no significa haber eliminado los anteriores, sino más bien que estos se reestructuraron para que ellos hayan logrado una visión más amplia y coherente que le ayudaran a explicitar, ahora si de forma consciente, las causas del fallecimiento del jugador.
- El empleo de un software interactivo permitió llevar a cabo analogías, inferencias, construcción de explicaciones que en su conjunto lograron un aprendizaje significativo, un acercamiento al interés de los alumnos hacia los procesos metabólicos.
- El alumno pudo a través de movimiento de imágenes comprender en forma general los procesos de la glucólisis y respiración celular (ciclo de Krebs y transporte de electrones), manifestándose nuevamente que lo importante no es pensar que los alumnos no son aptos para entender los conceptos biológicos, al contrario son capaces de ello y de más, y aún mucho mejor con los apoyos adecuados que se le proporcionen y lo motiven intrínsecamente por el aprendizaje por la ciencia.
- Cuando los profesores tienen bien estructurado el tema y son capaces de diseñar un software interactivo con calidad del entorno audiovisual, calidad en los contenidos, navegación e interacción, capacidad de motivación, entre otros aspectos, favorecen muy fácilmente que sus alumnos se interesen por la ciencia, la valore como algo cuya comprensión no es difícil de lograrlo, al contrario que se sienta capaz de aprenderla, lo que implica no sólo un cambio de conceptos, sino también al mismo tiempo, procedimientos y actitudes. Sin embargo, un estudio realizado en el CCH Naucalpan por González (2003), indica que los profesores ven en las computadoras no una herramienta de apoyo, sino más bien como un medio para fomentar la distracción del alumno en el aula. Al menos en este proyecto quedó demostrado que favoreció el interés por el tema, aunque debe mencionarse que el software estuvo acompañado de otras actividades que sin ellas no hubiesen hecho posible la comprensión del proceso respiratorio.
- El uso del [software educativo](#) favoreció en el alumno una mayor interacción con los procesos de la respiración celular por medio de imágenes en [movimiento](#), lo que nos hace comprender que el aprendizaje de la ciencia es una relación dependiente entre las actividades de enseñanza y de aprendizaje que se realicen.

- El que se reprodujera varias veces las secuencias y animaciones de las reacciones metabólicas de la respiración, glucólisis, ciclo de Krebs y transporte de electrones, condujo a que el alumno comprendiera en general dichos procesos y relacionarlos en su experiencia diaria cuando, por ejemplo, le dan calambres o tiene que respirar más intensamente para satisfacer los requerimientos de oxígeno al hacer un ejercicio extenuante.
- El software permitió que los alumnos se autoevaluaran, lo que favoreció que ellos supieran los aciertos o desaciertos y atender sus dudas, no a través de darles las respuestas sino que ellos analizaran nuevamente las imágenes o con la ayuda de sus compañeros, potenciando la actividad del alumno y la comprensión de los contenidos desde una concepción constructivista.
- Es importante señalar lo mencionado por González (2003) en el sentido de que resulta necesario la participación de los profesores en la creación de software, pues el Colegio cuenta con material audiovisual, pero este está en otro idioma, subtulado, en mal estado, descontextualizado, entre otros problemas que dificultan su uso. En cambio si se realizan materiales dependiendo la población a la que va dirigida muy seguramente se tendrán mejores resultados como sucedió en esta investigación. El problema es como lo señala este mismo autor que los profesores del Colegio no son programadores y o diseñadores, aspecto que debe considerarse porque para la elaboración del software empleado en el presente trabajo se requirió un curso de un semestre.
- Lo que si queda claro es que los resultados corroboraron uno de los corolarios del tercer principio de Instrucción propuesto por Merrill (2002) que señala que el aprendizaje es favorecido cuando la demostración es realizada con la visualización de los procesos a través de un programa de multimedia.

## **APLICACIÓN**

- Los resultados excelentes que se obtuvieron en los cuestionarios y sopa de letras realizados confirmaron lo dicho por Carretero (1993) y Pozo y Gómez Crespo (1999), ya que el pensamiento formal (aún en desarrollo a la edad que tiene los alumnos del bachillerato, según Piaget) es una condición necesaria pero no suficiente para abordar los fenómenos científicos, es decir la comprensión de un tema tan abstracto como lo es la respiración celular no requiere “de una inteligencia especial” “una madurez intelectual” u otras concepciones que tienen los profesores ante la frustración de comprobar su limitado éxito de su esfuerzo de enseñanza. Esto no significa, que carezca de valor los estadios de desarrollo, porque no cabe duda que un adolescente posee habilidades intelectuales más desarrolladas que un

niño, lo esencial es conocer las estructuras conceptuales y que le ayudan a explicar los fenómenos biológicos. De aquí, que la estrategia aplicada permitió ir de estas estructuras a la construcción de estructuras lógicas que lo capacitó para resolver de forma independiente las actividades señaladas. Por ello, la enseñanza debe estar enfocada en promover el desarrollo del pensamiento formal, partiendo de las ideas previas. De conocimientos generales a conocimientos específicos y no al revés como comúnmente se hace.

- El que los alumnos resolvieran con éxito los ejercicios nos hace pensar que esta estrategia es adecuada para promover el aprendizaje de las ciencias, y además sentirse que son capaces de resolver ejercicios que antes lo consideraba incapaz de realizarlos. Posiblemente, también sigan interesados en hacerse preguntas y buscar sus propias respuestas, es decir a aprender por la satisfacción personal de comprender y reflexionar lo que recibe de los medios electrónicos, periodísticos o de otro medio, y por qué no seguir estudiando sus estudios profesionales en carreras científicas.
- Si bien es cierto el cuestionario de relación de columnas y la sopa de letras, son actividades de aprendizaje declarativo, la solución del ejercicio para determinar el número total de ATP en la oxidación completa de una molécula de glucosa lo fue en aprendizaje procedimental y junto con su actitud positiva, se abarcaron los tres tipos de aprendizaje que intenta cubrir el programa del Colegio, y podemos afirmar que esta estrategia, aunado al factor profesor, son importantes para lograr un mejor desempeño académico de los alumnos y por qué no del profesor también.
- De los resultados podemos mencionar que frecuentemente concebimos el progreso de los alumnos cuando solemos referirnos a la comprensión de conceptos, pero también lo tenemos que aplicar al desarrollo de sus habilidades, sin que ello sean tratados independientemente, al contrario están íntimamente relacionados, de forma que el avance de una de ellas repercute en las otras.
- El aprendizaje es promovido cuando el alumno aplica el nuevo conocimiento en la resolución de nuevos problemas. Este es el cuarto principio de Instrucción de Merrill (2002) y que fue apoyado por los resultados obtenidos, claro está con una continua retroalimentación y supervisión. Nuevamente se ve la importancia de la interacción entre el alumno, sus compañeros, el profesor, la secuencia y variedad de actividades en donde apliquen los conocimientos y habilidades adquiridas para lograr un aprendizaje significativo de la ciencia.

## INTEGRACIÓN

- Los mapas conceptuales realizados al final de las tres sesiones, nos indican que una vez que se logró el aprendizaje significativo, los alumnos pudieron fácilmente incluir conceptos subsumidos a los conceptos inclusores, para lograr formar jerarquías conceptuales, que para dos de los equipos el concepto inclusor más general fue “Energía”, y para los tres restantes fue “La preparación del atleta olímpico”, dependiendo de la estructura conceptual que iban desarrollando.
- Al comparar los mapas conceptuales de la fase de demostración con los realizados en esta fase podemos observar que si hubo cambio progresivo en la representación del tema y que se logró una visión más integrada entre los conocimientos mismos y la realidad del alumno.
- En los mapas conceptuales, los alumnos lograron articular un entramado conceptual del contenido, lo que obligó a estructurarlas y relacionarlas convenientemente con otros conocimientos, volviéndose significativo. Aspecto muy importante porque lograron ver el proceso de la respiración como tal y no como un conjunto de reacciones aisladas.
- Al analizar los mapas queda claro que los conocimientos procedimentales exige una base de conocimientos conceptuales adecuada y un cambio conceptual.
- Pozo y Gómez Crespo (1999), señalan que el principal problema al que se enfrenta la enseñanza de las ciencias es la existencia en los alumnos de fuertes ideas previas que resultan muy difíciles de modificar, sobre todo si son de niveles educativos avanzados. Los resultados demuestran que no se presentó tal resistencia, pues los alumnos lograron con facilidad redescubrir, explicitar y reestructurar sus ideas previas para lograr el aprendizaje significativo del tema de metabolismo y un cambio conceptual. Aunque tal conclusión conviene interpretarla con cautela, porque como lo señala Carretero (1993), probablemente la confrontación entre sus ideas previas y científicamente correctas nunca se presentó, aspecto que es de lamentar dado que, por ejemplo, el programa del CCH considera importante indagar las ideas previas y, que en la práctica no se lleva a cabo.
- Puede afirmarse que esta investigación se logró la reestructuración (cambio en las estructuras conceptuales), explicitación progresiva (formalización de las ideas previas en códigos y lenguajes más explícitos) y una integración jerárquica (de niveles superficiales a más profundos) que permitieron al alumno generar explicaciones acerca de la muerte del jugador más cercanas a las concepciones científicas, más lógicas.
- Si bien es cierto el alumno redescubrió, explicitó y reestructuró sus ideas previas, también lo es que se logró a través de una mediación del profesor.

Aspecto que difiere del aprendizaje por descubrimiento donde se cree que la observación y la aplicación del método científico son suficientes para obtener el conocimiento verdadero. O empleando diferentes fuentes en la búsqueda de los contenidos que ayuden a responder a las preguntas tal como lo propone el aprendizaje por problematización; contenidos que aun no los tienen estructurados. Tampoco a través del seguimiento de una investigación guiada, debido a que el aprendizaje de la ciencia no resulta de manera automática aplicando determinado procedimiento. Sin embargo, no podemos afirmar que el Diseño Instruccional sea la mejor opción en la enseñanza de las ciencias, como si fuera una receta mágica; es un modelo que parte de un problema de la vida cotidiana para de ahí indagar las ideas previas, que serán reestructuradas.

- Cabe aclarar que el punto de la diversidad del metabolismo no se logró, debido a que se enfocó en la respiración celular y no en indicar que existen otros mecanismos, fotoautótrofos, quimioautótrofos. Habría que diseñar actividades que puedan integrar a la propuesta de Merrill (2002) otras alternativas metabólicas. Pero es de notar que los alumnos si detectaron someramente tal diversidad *“que todo sistema vivo tenemos diferentes seres vivos”, “que todos somos muy diferentes”*.

## **EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIA**

- Las evaluaciones realizadas por los alumnos acerca de la estrategia aplicada muestra que se lograron los tres tipos de aprendizaje que deben promoverse según Pozo y Guzmán (1999): hacia la ciencia (*“Si, porque realmente se explica bien el tema de hecho a mí me interesó muchísimo”*), hacia el aprendizaje de la ciencia (*“Si, porque de algún modo te motiva a investigar”*) y hacia las implicaciones sociales de la ciencia (*“Que no se debe usar drogas”*).
- Estas mismas evaluaciones coinciden con las conclusiones reportadas por Díaz-Barriga (1998), pero en el área Histórico-Social del CCH, quien señala que los alumnos solicitan un aprendizaje más activo y lúdico (*“si porque se hace un poco más divertida la clase”*), con ejemplos reales y actuales (*“si porque fue un caso que pasó actualmente y nosotros averiguamos sobre su muerte y dimos una solución aparte de aprender mejor”*), con apoyos didácticos y audiovisuales (*“si porque fue más ilustrativa la clase, incluso el maestro hasta nos mencionó que podíamos ir a jugar en el proyector”*).
- La aplicación del Diseño Instruccional propuesto por Merrill (2002), puede jugar un papel importante en la motivación del aprendizaje, pues permite un mayor contacto entre el mundo científico con la vida cotidiana del alumno, y por ende que se deje de ver a la ciencia como un mundo árido, difícil y aburrido. Así quedó de manifiesto por los alumnos al preguntarles si les

había sido interesante ver el tema de metabolismo con un caso como el del jugador de fútbol americano, tres de estas manifestaciones señalan: *“si debido a que se observó los cambios del metabolismo con el dopaje y saber que riesgos tiene hacerlo”, “si porque fue un claro ejemplo de qué riesgos corre nuestro metabolismo si lo distorsionamos con algunos anabólicos y esto es un caso pero igual puede funcionar cuando no cumplimos con una buena alimentación”* o *“si porque así sabremos cuidarnos más”*. Cumpliendo así con el quehacer educativo del Colegio y del Área de Ciencias Experimentales, aprender a aprender, aprender a hacer, aprender a ser y aprender a convivir.

- El Diseño Instruccional, más que una serie de fases, son en su conjunto un proceso metacognitivo que permite percibir las ventajas de las nuevas ideas con respecto a las ideas previas originales y de un mayor poder predictivo y explicativo en futuros planteamientos escolares y de la vida cotidiana de los alumnos. Cada fase del Diseño Instruccional permitió la posibilidad de una planificación de actividades que contribuyen principalmente a la construcción del conocimiento por parte del alumno y también favorece la interacción continua del profesor-alumno propiciado por una dinámica de la clase basada en la resolución y discusión de actividades.
- La aplicación de cada una de las actividades realizadas, no se pueden generalizar, debido a que parte de las ideas previas y, tengamos siempre presente que cada alumno tiene las suyas propias y de las cuales, como lo señaló Ausebel (1976), tenemos que enseñar. O bien, como lo señaló Vigotsky, existe una zona de desarrollo próximo que nos indica lo que sabe (por lo tanto el alumno no es una tabula rasa) y lo que es capaz de adquirir con la mediación del profesor y sus compañeros.
- El Diseño Instruccional plantea una posible solución en la enseñanza de las ciencias, lo interesante sería explorar nuevos ejemplos de la vida cotidiana como la muerte del jugador de fútbol americano del equipo de los 49ers de San Francisco, porque eso es lo importante de ésta estrategia que favorece la creatividad de los profesores en su búsqueda de nuevos ejemplos y mecanismos de interacción con los alumnos. Claro está, cada una de estas nuevas propuestas deberán ser objeto de evaluaciones tanto de los conocimientos conceptuales como de las habilidades adquiridas. Ello nos permitiría detectar nuevos problemas de aprendizaje o tal vez afinar la solución de los ya existentes.
- Sería interesante analizar diversos aspectos relacionados con el profesorado, por ejemplo conocer la imagen que tienen del Diseño Instruccional como estrategia didáctica o en qué medida utiliza las fases de este diseño en sus clases, que favorezca un aprendizaje significativo como tal. Sólo en la medida que el profesorado cambie sus concepciones epistemológicas y sus hábitos metodológicos en el empleo de nuevas estrategias, entre ellas, el Diseño Instruccional, podemos decir que se ha

dado un gran paso en la enseñanza, pues como se vio en el presente trabajo, el Constructivismo surgió en los setentas pero aún prevalece la enseñanza por transmisión del conocimiento y un aprendizaje repetitivo.

- Los resultados obtenidos son bastantes esperanzadores, van acorde con los objetivos que persigue el programa de Biología y con el perfil de egreso del alumno del CCH. Sin embargo, sería conveniente aplicarla de nuevo y compararla con otras estrategias ya sea constructivistas o tradicionales, y así poderle darle mayor validez a los resultados obtenidos en el presente trabajo. Para ello, debemos emplear una metodología más rigurosa que incluyan un control de variables tales como contar con un número más grande de alumnos, validación de los reactivos con criterios ya estandarizados, evaluación cuantitativa de los resultados obtenidos en las diferentes actividades, tiempo empleado en su ejecución, entre otros.
- El punto anterior no conduce a ver la posibilidad del investigador como docente y no la investigación para la docencia. El profesor tiene que hacer investigaciones (tan sencillas como la presente) que a final de cuenta emplee los productos de la investigación en su labor docente y que de una u otra forma lo ayude en una verdadera formación integral, beneficiándose con ello los alumnos. Esto requerirá un gran esfuerzo de todos los actores que participamos en este complejo mundo de la enseñanza y del aprendizaje, como lo afirma Pérez Gómez (1999), *“la práctica profesional docente es un proceso de acción y reflexión cooperativa donde el profesor aprende a enseñar y enseña porque aprende”*.

## **FUENTES CONSULTADAS**

- Baena, M. D. (2000). "Pensamiento y acción en la enseñanza de las ciencias". *Enseñanza de las ciencias*, vol. 18, núm. 2, pp. 217-226
- Bello, S. (2004). "Ideas previas". *Educación química*, vol. 15, núm. 3, pp. 210-217
- Boadas, E. ( s/a). "La enseñanza estratégica de las ciencias".
- Bogginno, N. (2000). "Aprendizaje, obstáculos y diversidad". En: Bogginno, N. y Avendaño, F. *La escuela por dentro y el aprendizaje escolar*, Argentina: Homo Sapiens Editores
- Braslavsky, C. (1999). "Bases, orientaciones y criterios para el diseño de programas de formación de profesores". *Biblioteca Digital Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Revista Iberoamericana de Educación*, núm 19, Enero-Abril
- Bulwik, M. (2000). "Formación docente continua: más que una necesidad". *Educación química*, vol. 11, núm. 3, pp. 294-299
- Cajas, F. (2001). "Alfabetización científica y tecnológica: La transposición didáctica del conocimiento tecnológico". *Enseñanza de las ciencias*, vol. 19, núm. 2, pp. 243-254
- Calixto, R. (2004). "Didáctica de las ciencias naturales". *Xictli*, núm. 55, Jul-Sep. (<http://www.unidad094.upn.mx/revista/55/03.html>)
- Campanario, J. M. (2000). "El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno". *Enseñanza de las ciencias*, vol. 18, núm. 3, pp. 369-380
- Campanario, J. M. (2001). "¿Qué puede hacer un profesor como tú o un alumno como el tuyo con un libro como éste? Una relación de actividades poco convencionales". *Enseñanza de las ciencias*, vol. 19, núm. 3, pp. 351-364
- Campanario, J. M. (2003). "Contra algunas concepciones y prejuicios comunes de los profesores universitarios de ciencias sobre la didáctica de las ciencias". *Enseñanza de las ciencias*, vol. 21, núm. 2, pp. 319-328
- Campanario, J. M. y Moya, A. (1999). "¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas". *Enseñanza de las ciencias*, vol. 17, núm. 2, pp. 179-192
- Campanario, J. M. y Otero, J. C. (2000). "Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias". *Enseñanza de las ciencias*, vol. 18, núm. 2, pp. 155-169

- Candia, M. J. (2002). *La participación profesional del docente en el marco de la actualización (1996) del plan de estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades. El caso del plantel Vallejo*. Tesis de Licenciatura en Pedagogía. México: Facultad de Filosofía y Letras, UNAM
- Carretero, M. (1993). *Constructivismo y educación*. España: Edelvives
- Colegio de Ciencias y Humanidades Unidad Académica del Ciclo de Bachillerato, (1996). *Plan de estudios actualizados*. México: UNAM
- Colegio de Ciencias y Humanidades. (2006). *Orientaciones y sentido de las áreas del plan de estudios actualizado*. México: UNAM
- Comisión Especial para el Congreso Universitario. (2003). *Diagnóstico institucional 2003*. México: Colegio de Ciencias y Humanidades
- Chamizo, J. A. (2000). "La enseñanza de las ciencias en México. El paradójico papel central del profesor". *Educación química*, vol. 11, núm. 1, pp. 132-136
- Díaz-Barriga, F. (1998). *El aprendizaje de la Historia en el bachillerato: Procesos de pensamiento y construcción del conocimiento en profesores y estudiantes del CCH/UNAM*. Tesis de Doctorado en Pedagogía. México: Facultad de Filosofía y Letras, UNAM
- Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (2001). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. 2ª. Ed. México: McGraw Hill
- Dirección General del Colegio de Ciencias y Humanidades. (2005). *Informe 2004-2005*. México: Colegio de Ciencias y Humanidades
- Duschl, R. A. (1995). "Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual". *Enseñanza de las ciencias*, vol. 13, núm. 1, pp. 3-14
- Estrada, L. (1992). "La ciencia y su difusión". *Perfiles educativos*, núm. 55-56, pp. 17-21
- Fernández, M. (1994). *Las tareas de la profesión de enseñar. Práctica de la racionalidad curricular. Didáctica aplicable*. Madrid: Siglo Veintiuno de España
- Flores, F., et al. (2001). "¿Qué representación de la célula tienen los estudiantes?". *Correo del maestro*, núm. 60
- Galán, J. (2005). "Desinterés en áreas científicas impide llegar a otro modelo de desarrollo en AL". *La jornada*. Domingo 22 de mayo

- García, M y Calixto, F. (1999). "Actividades experimentales para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica". *Perfiles educativos*, vol. XXI, núm. 83-84, pp. 105-118
- Garriz, A. (1997). "Reflexiones para la reforma curricular o ¿cómo enfrentar la navegación a contracorriente?". *Educación química*, vol. 8, núm. 4, 181-185
- Garriz, A. (2001). "Veinte años de la teoría del cambio conceptual". *Educación química*, vol. 12 núm. 3, pp. 123-126
- Giddens, A. (1999). *Un mundo desbocado. Los efectos de la globalización en nuestras vidas*. Madrid: Taurus
- Gil, D., et al. (1999). "¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?". *Enseñanza de las ciencias*, vol. 17, núm. 2, pp. 311-320
- Gil, D. y Guzmán, M. de. (1994). "Enseñanza de las ciencias y matemáticas. Tendencias e innovaciones". *Organización de Estados Iberoamericanos para la educación, la ciencia y la cultura. Editorial popular*. En: <http://campus-oei.org/oeivirt/ciencias.pdf>
- Gil, D. y Pessoa de Carvalho, A. M. (2000). "Dificultades para la incorporación a la enseñanza de los hallazgos de la investigación e innovación en didáctica de las ciencias". *Educación química*, vol. 11, núm. 2, pp. 244-251
- Gimeno, J. (1995). *El currículum: una reflexión sobre la práctica*. Madrid: Morata
- Gimeno, J. y Pérez Gómez, A. I. (2002). *Comprender y transformar la enseñanza*. Madrid: Morata
- Giordan, A y Vicchi, G. de. (1988). *Los orígenes del saber*. Sevilla: Diada Editores
- Gómez-Moliné, M. R. y Sanmartí, N. (1996). "La didáctica de las ciencias: una necesidad". *Educación química*, vol. 7, núm. 3, pp. 156-185
- Gómez-Moliné, M. R. y Sanmartí, N. (2000). "Reflexiones sobre el lenguaje de la ciencia y el aprendizaje". *Educación química*, vol. 11, núm. 2, pp. 266-273
- Góngora, G. G. (2002). "*Propuesta de material potencialmente significativo con prácticas en microescala para temas de química II del PEA en el Colegio de Ciencias y Humanidades*". Tesis de Licenciatura en Ingeniero Químico. México: Facultad de Química, UNAM
- González, D. (2003). "*Elaboración del Software educativo "Química Orgánica" mediante la aplicación del análisis y diseño de sistemas, para el Colegio de Ciencias y Humanidades, "Plantel Naucalpan"*". Tesis de Licenciatura en Matemáticas Aplicadas

y Computación. México: Escuela Nacional de Estudios Profesionales Campus Acatlán, UNAM

González, F. (2003). *Clima motivacional de los profesores de carrera y de asignatura definitivos e interinos del Colegio de Ciencias y Humanidades. Plantel Sur*. Tesis de Maestría en Administración (Organización). México: Facultad de Contaduría y Administración, UNAM

González, R., Rodríguez, S. y Piñeiro, I. (2002). "El papel del profesor en la enseñanza desde una perspectiva personal". En: González-Pineda, J. A., González, R., Nuñez, J. C. y Valle, A. (coordinadores). *Manual de la Psicología de la educación*. España: Pirámide

González-Pumariega, S., et al. (2002). "El aprendizaje escolar desde una perspectiva psicoeducativa". En: González-Pineda, J. A., González, R., Nuñez, J. C. y Valle, A. (coordinadores). *Manual de la Psicología de la educación*. España: Pirámide

Henson, K. T. y Eller, B. F. (2000). *Psicología Educativa*. México: Internacional Thompson Editores

Hernández, M. C. (1996). "La historia de la ciencia y la formación de los científicos". *Perfiles educativos*, núm. 73, Julio-Septiembre, pp. 33-39

Jiménez, E. y Segarra, M. P. (2001). "La formación de formadores de bachillerato en sus propios centros docentes". *Enseñanza de las ciencias*, vol. 19, núm. 1, 163-170

Jiménez, L. (2003). "La reestructuración de la escuela y las nuevas pautas de regulación del trabajo docente". *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 8, núm. 19, Septiembre-Diciembre

Lemke, J. L. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. España: Paidós

Liston, D. P. (1993). *Formación del profesorado y condiciones sociales de la escolarización*. Madrid: Morata

Lomelí, M. G. (1991). "Acerca de la enseñanza de la Biología". *Revista de la educación superior*, vol. XX, núm. 77, Enero-Marzo

López, J. I. (1999). *Conocimiento docente y práctica educativa. El cambio hacia una enseñanza centrada en el aprendizaje*. Málaga: Aljibe

Lora, M. G. (2005). *El autoconcepto del estudiante del CCH Plantel Naucalpan, ante los problemas de reprobación: propuesta de intervención pedagógica*. Tesis de Licenciatura en Pedagogía. México: Facultad de Estudios Superiores Acatlán, UNAM

- MacGregor, J. (1993). "La docencia ¿Tarea académica de segunda?". *Perfiles educativos*, núm. 61, 13-18
- Maiztegui, A., et al. (2000). "La formación de los profesores de ciencias en Iberoamérica". *Revista Iberoamericana de educación*, núm. 24, pp. 163-187
- Manuel, J. de. y Grau, R. (1996). "Concepciones y dificultades comunes en la construcción del pensamiento biológico". *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 7, 53-63
- Marín, N. (2003). "Conocimientos que interactúan en la enseñanza de las ciencias". *Enseñanza de las ciencias*, vol. 21, núm.1, pp. 65-78
- Marín, N., Jiménez, E. y Benarroch, A. (1997). "Delimitación de <lo que el alumno sabe> a partir de objetivos y modelos de enseñanza". *Enseñanza de las ciencias*, vol. 15, núm. 2, pp. 215-224
- Márquez, C., Izquierdo, M. y Espinet, M. (2003). "Comunicación multimodal en la clase de ciencias: El ciclo del agua". *Enseñanza de las ciencias*, vol. 21, núm. 3, pp. 371-386
- Martín-Díaz, M. J. (2002). "Enseñanza de las ciencias ¿Para qué?". *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, vol. 1, núm. 2
- Mengascini, A., et al. (2004). "<...Yo así, locos como los vi a ustedes, no me lo imaginaba.> Las imágenes de ciencia y de científico de estudiantes de carreras científicas". *Enseñanza de las ciencias*, vol. 22, núm. 1, pp. 65-78
- Merrill, M. D. (2002). "First Principles of Instruction". *ETR&D*, vol. 50, núm. 3, pp. 43-59
- Mergel, B. (1998). Instruccional design & learning theory. En: <http://www.usask.ca/education/coursework/802papers/mergel/brenda.htm>
- Molina, M. y Molina, J. (2002). "Diseño Instruccional para la educación a distancia". *Universidades*, núm. 24, Julio-Diciembre
- Monereo, C. y Pozo, J. I. (2003). "La cultura educativa en la Universidad: Nuevos retos para profesores y alumnos. En: "La Universidad ante la nueva cultura educativa". Barcelona: Síntesis
- Moreira, M. A. (2000). *Aprendizaje significativo: Teoría y práctica*. España: Aprendizaje Visor
- Moreno, M. A. y Ferreira, A. (2004). "La relevancia de las visiones de sentido común de los maestros en el desarrollo de propuestas innovadoras de enseñanza de las ciencias en primaria". *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, vol. 3, núm. 3

- Moreno, T. (2002). "Cultura profesional del docente y evaluación del alumnado". *Perfiles educativos*, vol. XXIV, núm. 95, pp. 23-36
- Muria, I. (1994). "La enseñanza de las estrategias de aprendizaje y las habilidades metacognitivas". *Perfiles educativos*, núm. 65, pp. 63-72
- Novak, J. D. (1997). "El constructivismo humano: hacia la unidad en la elaboración de significados psicológicos y epistemológicos". En: Porlán, R., García, J.E. y Cañal, P. (compiladores). *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Serie Fundamentos. Núm. 2. España: Diada Editora
- Nuñez, C., González, R. y Piñeiro, I. (2002). "El diseño de la instrucción: modelos y teorías instruccionales". En: González-Pineda, J. A., González, R., Nuñez, J. C. y Valle, A. (coordinadores). *Manual de la Psicología de la educación*. España: Pirámide
- Nuñez, F. y Banet, E. (1996). "Modelos conceptuales sobre las relaciones entre digestión, respiración y circulación". *Enseñanza de las ciencias*, vol. 14, núm. 3, pp. 261-278
- Oliva, J. M., et al. (2004). "Las exposiciones científicas escolares y su contribución en el ámbito afectivo de los alumnos participantes". *Enseñanza de las ciencias*, vol. 22, núm. 3, pp. 425-440
- Parolo, M. E., Barbieri, L. M. y Chrobak, R. (2004). "La metacognición y el mejoramiento de la enseñanza de química universitaria". *Enseñanza de las ciencias*, vol. 22, núm. 1, pp. 79-92
- Pasillas, M. A. (2001). "Condiciones socioinstitucionales de la actividad docente y la formación en el diálogo". *Perfiles educativos*, vol. XXIII, núm. 92, pp. 76-97
- Pérez Gómez, A. I. (1999). *La cultura escolar en la sociedad neoliberal*. Madrid: Morata
- Pérez-Jiménez, C. (2003). "Formación de docentes para la construcción de saberes sociales". *Revista Iberoamericana de educación*, núm. 33, pp. 37-54
- Pope, M. y Gilbert, J. (1997). "La experiencia personal y la construcción del conocimiento en ciencias". En: Porlán, R., García, J. E. y Cañal, P. (compiladores). *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Serie Fundamentos. Núm. 2. España: Diada Editora
- Porlán, R., Rivero, A. y Martín del Pozo, R. (1998). "Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: Estudios empíricos y conclusiones". *Enseñanza de las ciencias*, vol.16, núm. 2, pp. 271-288

- Pozo, J. I. (1999). "Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional". *Enseñanza de las ciencias*, vol. 17, núm. 3, pp. 513-520
- Pozo, J. I. (2003). "La crisis de la educación científica ¿Volver a lo básico o volver al constructivismo?". En: Barbera, E. y col. *El constructivismo en la práctica. España. Colección claves para la innovación educativa*. Núm. 2
- Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (1999). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata
- Pro, A. (1998). "¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias?". *Enseñanza de las ciencias*, vol. 16, núm. 1, pp. 21-41
- Rayas, J. (2004). "El reconocimiento de las ideas previas como condición necesaria para mejorar las posibilidades de los alumnos en los procesos educativos en ciencias naturales". *Xictli*, núm. 54, Abril-Junio. (<http://www.unidad094.upn.mx/revista/54/02.html>)
- Raviolo, A., Siracusa, P. y Herbel, M. (2000). "Desarrollo de actitudes hacia el cuidado de la energía: experiencia en la formación de maestros". *Enseñanza de las ciencias*, vol. 18, núm. 1, pp. 79-86
- Reimers, F. (2003). "La buena enseñanza y el éxito escolar se los estudiantes en América latina". *Revista Iberoamericana de educación*, núm. 31, pp. 17-48
- Rodríguez-Moneo, M. y Aparicio, J. J. (2004). "Los estudios del cambio conceptual y la enseñanza de las ciencias". *Educación química*, vol. 15, núm. 3, pp. 270-280
- Román, J. M., Carbonero, M. A. y Martín, L. J. (2002). "Las actitudes del alumno hacia el aprendizaje académico". En: González-Pineda, J. A., González, R., Nuñez, J. C. y Valle, A. (coordinadores). *Manual de la Psicología de la educación*. España: Pirámide
- Roque, M., et al. (1997). *Papel que juegan las nuevas tecnologías de la información en el proceso de enseñanza aprendizaje según los docentes y expertos en el tema*. En: (<http://www.monografias.com/trabajos14/nuevastecno/nuevastecno.shtml>)
- Rifkin, J. (1996). *El fin del trabajo*. México: Paidós
- Sánchez, G. y Valcárcel, M. V. (2000). "¿Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza? Cambios y dificultades tras un programa de formación". *Enseñanza de las ciencias*, vol.18, núm. 3, pp. 423-437

- Sardà, A. y Sanmartí, N. (2000). "Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de Ciencias". *Enseñanza de las ciencias*, vol.18, núm. 3, pp. 405-422
- Solbes, J. y Traver, M. (2001). "Resultados obtenidos introduciendo Historia de la Ciencia en las clases de Física y Química: mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas". *Enseñanza de las ciencias*, vol.19, núm. 4, pp. 151-162
- Solbes, J. y Vilches, A. (2004). "*Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana*". *Enseñanza de las ciencias*, vol. 22, núm. 3, pp. 337-348
- Suárez, L. (1996). "Enseñanza de la metodología de la ciencia en el bachillerato". *Perfiles educativos*, núm. 73, pp. 40-47
- Talanquer, V. (2004). "Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química". *Educación química*, vol. 15, núm. 1, pp. 60-66
- Vázquez, A., Acevedo, J. A. y Manassero, M. A. (2005). "Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística". *Revista electrónica de las ciencias*, vol. 4, núm. 2
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (1995). "Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual". *Enseñanza de las ciencias*, vol.13, núm. 3, pp. 337-346
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (1997). "Una evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia". *Enseñanza de las ciencias*, vol.15, núm. 2, pp. 199-213
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (1999). "Características del conocimiento científico: Creencias de los estudiantes". *Enseñanza de las ciencias*, vol. 17, núm. 3, pp. 377-395
- Weissmann, H. "¿Qué enseñan los maestros cuando enseñan ciencias naturales y que dicen querer enseñar". En: Weissmann, H. (compilador). *Didáctica de las ciencias naturales. Aportes y reflexiones*. México: Paidós Educador
- White, R. T. (1999). "Condiciones para un aprendizaje de calidad en la enseñanza de las ciencias. Reflexiones a partir del proyecto Peel". *Enseñanza de las ciencias*, vol.17, núm. 1, pp. 3-15
- Yurén, T y Araujo–Olivera, S. (2003). "Estilos docentes, poderes y resistencias ante una reforma curricular. El caso de Formación cívica y ética en la escuela secundaria". *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 8, núm. 19, septiembre – diciembre
- Zarzar, C. (1977). *Habilidades básicas para la docencia*. México: Patria

**DIRECCIONES ELECTRÓNICAS:**

<http://www.cchazc.unam.mx/historia1.htm>

<http://www.cch.unam.mx/antecedentes.php>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

PRIMER SEMESTRE					
MATEMÁTICAS I (ÁLGEBRA Y GEOMETRÍA)	TALLER DE CÓMPUTO 4 hrs.	QUÍMICA II	HISTORIA UNIVERSAL MODERNA Y CONTEMPORANEA I 4 hrs.	TALLER DE LECTURA, REDACCIÓN E INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL I 6 hrs.	INGLÉS I FRANCÉS I 4 hrs.
5 hrs.		5 hrs.			
SEGUNDO SEMESTRE					
MATEMÁTICAS II (ÁLGEBRA Y GEOMETRÍA) 5 hrs.	TALLER DE CÓMPUTO 4 hrs.	QUÍMICA II 5 hrs.	HISTORIA UNIVERSAL MODERNA Y CONTEMPORANEA II 4 hrs.	TALLER DE LECTURA, REDACCIÓN E INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL II 6 hrs.	INGLÉS I FRANCÉS II 4 hrs.
TERCER SEMESTRE					
MATEMÁTICAS III (ÁLGEBRA Y GEOMETRÍA ANALÍTICA) 5 hrs.	FÍSICA I 5 hrs.	BIOLOGÍA I 5 hrs.	HISTORIA DE MÉXICO I 4 hrs.	TALLER DE LECTURA, REDACCIÓN E INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL III 6 hrs.	INGLÉS III FRANCÉS III 4 hrs.
CUARTO SEMESTRE					
MATEMÁTICAS IV (ÁLGEBRA Y GEOMETRÍA ANALÍTICA) 5 hrs.	FÍSICA II 5 hrs.	BIOLOGÍA II 5 hrs.	HISTORIA DE MÉXICO II	TALLER DE LECTURA, REDACCIÓN E INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL IV 6 hrs.	INGLÉS IV FRANCÉS IV 4 hrs.
QUINTO SEMESTRE					
1a. OPCIÓN (OPTATIVA)	2a. OPCIÓN (OPTATIVA)	3a. OPCIÓN		4a. OPCIÓN (OPTATIVA)	5a. OPCIÓN (OPTATIVA)
		OBLIGATORIA	OPTATIVA		
CÁLCULO I ESTADÍSTICA I CIBERNÉTICA Y COMPUTACIÓN I 4 hrs.	<b>BIOLOGÍA III</b> FÍSICA III QUÍMICA III 4 hrs.	FILOSOFÍA I 4 hrs.	TEMAS SELECTOS DE FILOSOFÍA I 4 hrs.	ADMINISTRACIÓN I ANTROPOLOGÍA I CIENCIAS DE LA SALUD I CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES I DERECHO I ECONOMÍA I GEOGRAFÍA I PSICOLOGÍA I TEORÍA DE LA HIST I 4 hrs.	GRIEGO I LATÍN I LECT. Y ANÁLISIS DE TEXTOS LITERARIOS I TALLER DE COMUNICACIÓN I TALLER DE DISEÑO AMBIENTAL I TALLER DE EXPRESIÓN GRÁFICA I 4hrs
SEXTO SEMESTRE					
1a. OPCIÓN (OPTATIVA)	2a. OPCIÓN (OPTATIVA)	3a. OPCIÓN		4a. OPCIÓN (OPTATIVA)	5a. OPCIÓN (OPTATIVA)
		OBLIGATORIA	OPTATIVA		
CÁLCULO II ESTADÍSTICA II CIBERNÉTICA Y COMPUTACIÓN II 4 hrs.	BIOLOGÍA IV FÍSICA IV QUÍMICA IV 4 hrs.	FILOSOFÍA II 4 hrs.	TEMAS SELECTOS DE FILOSOFÍA II 4 hrs.	ADMINISTRACIÓN II ANTROPOLOGÍA II CIENCIAS DE LA SALUD II CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES II DERECHO II ECONOMÍA II GEOGRAFÍA II PSICOLOGÍA II TEORÍA DE LA HIST II 4 hrs.	GRIEGO II LATÍN II LECT. Y ANÁLISIS DE TEXTOS LITERARIOS II TALLER DE COMUNICACIÓN II TALLER DE DISEÑO AMBIENTAL II TALLER DE EXPRESIÓN GRÁFICA II 4hrs

## ANEXO 2

### PRIMERA UNIDAD

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

**PROPÓSITO:** Al finalizar la unidad, el alumno comprenderá qué es el metabolismo, a través del estudio de diferentes rutas, para que reconozca su importancia en la diversidad biológica.

**TIEMPO 32 horas**

APRENDIZAJES	ESTRATEGIAS	TEMATICA
<p>Describe las características y tipos de enzimas.</p> <p>Identifica los principales tipos de enzimas y sus funciones.</p> <p>Reconoce que las reacciones químicas en los sistemas vivos están organizadas en rutas metabólicas.</p> <p>Identifica la diversidad de los sistemas vivos a partir de sus características metabólicas.</p> <p>Comprende que la fermentación y la respiración son procesos de degradación de biomoléculas en los sistemas vivos.</p> <p>Comprende que la fotosíntesis y la síntesis de proteínas son procesos que permiten la producción de biomoléculas en los sistemas vivos.</p> <p>Aplica habilidades y actitudes al llevar a cabo actividades documentales, experimentales y/o de campo, que contribuyan a la comprensión del papel del metabolismo en la diversidad de los sistemas vivos.</p> <p>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.</p> <p>Aplica habilidades y actitudes para comunicar de forma oral y escrita la información derivada de las actividades realizadas en forma individual y en equipo.</p>	<p>El profesor detectará los conocimientos previos de los alumnos con respecto al metabolismo de los diversos sistemas vivos.</p> <p>El profesor diseñará instrumentos que permitan al alumno relacionar lo que sabe con lo que va a aprender sobre la diversidad.</p> <p>El profesor utilizará actividades de apertura, desarrollo y cierre que promuevan el interés de los alumnos por el estudio de la diversidad de los sistemas vivos mediante el metabolismo.</p> <p>Los alumnos recopilarán, analizarán e interpretarán información procedente de distintas fuentes sobre los aspectos señalados en la temática.</p> <p>Los alumnos en equipo llevarán a cabo experiencias de laboratorio o de campo, que pueden ser propuestas por el profesor y/o por ellos mismos, sobre problemas relativos a los temas estudiados.</p> <p>Los alumnos construirán modelos y otras representaciones que faciliten la comprensión de la temática abordada.</p> <p>Los alumnos elaborarán informes de sus actividades y los presentarán en forma oral y escrita.</p> <p>El profesor utilizará en clase materiales didácticos que permitan a los alumnos adquirir, ampliar y aplicar la información sobre la diversidad de los sistemas vivos y los procesos metabólicos que la explican.</p> <p>El profesor promoverá en el grupo la resolución de problemas que contribuyan al logro de los aprendizajes de la unidad.</p> <p>El profesor propondrá al grupo la asistencia a conferencias y la visita a instituciones y centros de investigación para ampliar los aprendizajes.</p> <p>El profesor guiará a los alumnos para que pueda diseñar una investigación experimental sobre alguna de las temáticas del curso.</p> <p>El profesor y los alumnos evaluarán el logro de los aprendizajes a lo largo de la unidad.</p>	<p><b>Tema I. Metabolismo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enzimas.</li> <li>• Rutas metabólicas.</li> </ul> <p><b>Tema II. Diversidad de los sistemas vivos y metabolismo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quimioautótrofos, fotoautótrofos y heterótrofos.</li> <li>• Catabolismo: fermentación y respiración celular.</li> <li>• Anabolismo: fotosíntesis y síntesis de proteínas.</li> </ul>

## ANEXO 2 (CONTINUACIÓN)

### SEGUNDA UNIDAD

#### ¿POR QUÉ SE CONSIDERA A LA VARIACIÓN GENÉTICA COMO LA BASE MOLECULAR DE LA BIODIVERSIDAD?

**PROPÓSITO:** Al finalizar la unidad, el alumno comprenderá las fuentes de variación genética y las formas de transmitirlas, a partir del estudio de los mecanismos de mutación, recombinación y su expresión, para que valore su importancia en la biodiversidad.

**TIEMPO 32 horas**

APRENDIZAJES	ESTRATEGIAS	TEMATICA
<p>Analiza el papel del material genético en la diversidad.                      Contrasta la estructura del cromosoma procarionte y eucarionte como punto de partida para explicar la diversidad genética.                      Compara las relaciones entre alelos en la transmisión y expresión de la información genética, para comprender la variación.                      Distingue los principales tipos de mutación y su papel como materia prima de la variación en los sistemas vivos.                      Explica las bases de la recombinación genética para comprender su importancia en el proceso de variación.                      Reconoce el papel del flujo génico como factor de cambio en el nivel de población.                      Aplica habilidades y actitudes al llevar a cabo actividades documentales, experimentales y/o de campo, que contribuyan a la comprensión del papel de la variación genética como base molecular de la biodiversidad.                      Lleva a cabo la investigación experimental diseñada sobre algunas de las temáticas del curso, al aplicar las siguientes habilidades: registro, análisis e interpretación de datos y elaboración de conclusiones.                      Aplica habilidades y actitudes para comunicar de forma oral y escrita la información derivada de las actividades realizadas en forma individual y en equipo.</p>	<p>El profesor detectará los conocimientos previos de los alumnos con respecto a la base molecular de la biodiversidad.                      El profesor diseñará instrumentos que permitan al alumno relacionar lo que sabe con lo que va a aprender sobre la diversidad.                      El profesor utilizará actividades de apertura, desarrollo y cierre que promuevan el interés de los alumnos por el estudio de la base molecular de la biodiversidad.                      Los alumnos recopilarán, analizarán e interpretarán información procedente de distintas fuentes sobre los aspectos señalados en la temática.                      Los alumnos en equipo llevarán a cabo experiencias de laboratorio o de campo, que pueden ser propuestas por el profesor y/o por ellos mismos, sobre problemas relativos a los temas estudiados.                      Los alumnos construirán modelos y otras representaciones que faciliten la comprensión de la temática abordada.                      Los alumnos elaborarán informes de sus actividades y los presentarán en forma oral y escrita.                      El profesor utilizará en clase materiales didácticos que permitan a los alumnos adquirir, ampliar y aplicar la información sobre la variación genética como base molecular de la biodiversidad.                      El profesor promoverá en el grupo la resolución de problemas que contribuyan al logro de los aprendizajes de la unidad.                      El profesor propondrá al grupo la asistencia a conferencias y la visita a instituciones y centros de investigación para ampliar los aprendizajes.                      El profesor guiará a los alumnos para que pueda diseñar una investigación experimental sobre alguna de las temáticas del curso.                      El profesor y los alumnos evaluarán el logro de los aprendizajes a lo largo de la unidad.</p>	<p><b>Tema I. Naturaleza de la diversidad genética</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ADN Y ARN desde la perspectiva de la diversidad genética.</li> <li>• Cromosoma de procariontes y eucariontes.</li> </ul> <p><b>Tema II. Expresión genética y variación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relaciones alélicas.</li> <li>• Relaciones no alélicas.</li> </ul> <p><b>Tema III. Fuentes de variación genética</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mutaciones.</li> <li>• Recombinación genética.</li> <li>• Flujo génico.</li> </ul>

### ANEXO 3

1.	Aquino	Bautista	Elizabeth
2.	Ávila	Velázquez	Juan Carlos
3.	Castillo	Baca	Paulina Andrea
4.	Cedillo	Camarillo	Stephanie
5.	Chávez	Sagrero	Lucero
6.	Estrada	Ceras	Lluvia
7.	García	Flores	Claudia Jovita
8.	Huerta	Moreno	María del Carmen
9.	Hurtado	Martínez	Jonathan
10.	López	Olguín	Marian Telma
11.	López	Sánchez	Hermelinda
12.	Martínez	López	Héctor
13.	Mendoza	Guerrero	Rosa María
14.	Millán	Sánchez	Michel
15.	Morín	Aguilar	Juan Antonio
16.	Rodríguez	Nuñez	Erick
17.	Santillán	Cruz	Carolina
18.	Serrano	De la Paz	Oscar
19.	Zacarías	Nepomuceno	Nayeli

## ANEXO 4



### De luto la NFL

El novato de los 49ers, Thomas Herrion, falleció en el vestuario poco después de un encuentro ante Denver.

Redacción y agencias

El Universal



Lunes 22 de agosto de 2005

Denver. El miedo y la incertidumbre se apoderaron de los jugadores de los 49ers de San Francisco, tras la muerte de su compañero, el guardia novato Thomas Herrion.

Después del partido de pretemporada realizado ante los Broncos de Denver, Herrion se colapsó en el vestidor de los 49ers.

El guardia de 23 años se derrumbó después de que el entrenador del equipo, Mike Nolan, hablara tras el juego ante los Broncos en una relativamente fría noche de Denver.

Los médicos aplicaron la respiración artificial al guardia de 1.90 metros y 155 kilogramos, antes de que fuera trasladado a un hospital en Denver.

"Nunca nos dimos cuenta de nada. Sólo me senté en mi lugar del vestidor y recé por él", comentó el liniero defensivo de los 49ers, Marques Douglas.

Una autopsia realizada en Denver, no pudo inmediatamente arrojar las causas de su muerte, lo cual dejó atónitos a los jugadores alrededor de la liga.

"Nuestros pensamientos están con la familia Herrion y con los 49ers. Seguiremos en contacto con el equipo para saber qué fue lo que sucedió", declaró el vocero de la NFL, Greg Aiello.

Herrion, quien jugó en la Universidad de Utah, estuvo en el campo para San Francisco en una ofensiva de 14 jugadas, donde recorrieron 91 yardas y que concluyó en una anotación con dos segundos restándole al juego.

Aproximadamente tres horas después, se colapsó y el equipo confirmó su fallecimiento. "Sólo estoy tratando de hacer todo lo que puedo para quedarme en el equipo. Después de lo que ocurrió el año pasado, todo mundo aquí está tratando de tener una buena forma de empezar la temporada y yo sólo deseo quedarme con un lugar", dijo Herrion, tras el partido, mientras se secaba el sudor de su enorme torso.

"Este es un día de duelo y tragedia para la familia de los 49ers. Perdimos no sólo a un compañero sino también a un buen amigo", declaró ayer el entrenador del equipo, Mike Nolan.

Acerca de la derrota ante Denver por 26-21, el entrenador Nolan no hizo comentarios.

"Hay cosas más importantes en nuestras mentes que lo que sucedió en el juego", comentó un poco molesto.

Herrion frecuentemente conversaba con Alex Smith, la selección global número uno del draft de la NFL en 2005, quien también fue a la Universidad de Utah.

Se contaban sus aventuras en Salt Lake City, con un Herrion que sacudía su cabeza en señal de asombro después de que él terminara su elegibilidad.

La muerte de Herrion ocurrió un poco después de cuatro años de la del liniero ofensivo de los Vikingos de Minnesota, Korey Stringer, quien murió por un golpe de calor, mientras se entrenaba.

[EL UNIVERSAL](#) | [Directorio](#) | [Contáctanos](#) | [Código de Ética](#) | [Avisos Legales](#) | [Mapa de sitio](#)

© 2006 Copyright El Universal, México.



## ANEXO 6

### Fallece jugador de San Francisco en la pretemporada de la NFL

#### REFORMA / REDACCIÓN

**D**ENVER.- El liniero ofensivo de San Francisco, Thomas Herrion, de 23 años, falleció la noche del sábado, minutos después del encuentro de pretemporada que los 49's sostuvieron en Denver.

La necropsia no reveló la causa de la muerte del jugador, la cual se conocerá una vez que se le practiquen los exámenes toxicológicos, procedimiento que tardará de tres a seis semanas.

"No hay conclusión, esperaremos el resultado de otros estudios", dijo al periódico San Jose Mercury News Howard Daniel, quien realizó la autopsia.

Herrion se colapsó en el vestidor de los 49's y fue pronunciado muerto a las 00:18 horas, tiempo de México, de acuerdo a información proporcionada por el vocero del St. Anthony Central Hospital de Denver.

Tras aparecer en la última serie ofensiva de los 49's y en alrededor de

20 jugadas en total, Herrion no pareció sufrir dolor alguno cuando abandonaba el terreno de juego.

Poco tiempo después de que el coach de los 49's, Mike Nolan, habló con los jugadores tras la derrota ante Denver por 26-21, Hemon colapsó cuando el resto de sus compañeros se preparaban para rezar tomados de la mano.

Cuando los doctores del equipo lo atendían, el dueño de los 49's, John York, ayudó a cortar las hombreras que aún tenía puestas Herrion.

Los jugadores de los 49's fueron notificados de la muerte del liniero minutos antes de abordar el avión de regreso a San Francisco.

"Cuando llegamos al aeropuerto nos dirigieron al hangar. Mike Nolan nos avisó. Fue (un momento) muy sombrío. Muchos lloraron", narró el defensivo profundo, Dwaine Carpenter.

La muerte de Herrion, quien pesaba alrededor de 140 kilos y medía 1.89 metros, pone en evidencia una vez más cómo la deshidratación y la obesidad afectan a los atletas.

El agente de Herrion, Fred Lyles, dijo no tener conocimiento de que su cliente tuviera algún problema médico.

Los 49's de San Francisco jugarán en México el 2 de octubre ante los Cardenales de Arizona.

#### OTRAS MUERTES

Estos son algunos casos de muerte súbita que se han presentado en el deporte mundial en los últimos años.

#### FUTBOL AMERICANO

##### **Año Nombre (Edad) Motivo**

1972 Chuck Hughes (29) paro cardíaco  
1979 J.V. Cain (26) paro cardíaco  
2001 Korey Stringer (27) Golpe de calor  
2005 Al Lucas (26) Golpe en espina dorsal

Lucas jugaba en la liga Arena de Fútbol Americano.

#### BEISBOL

1996 John McSherry (51) Paro cardíaco  
2002 Darryl Kile (33) Mal coronario  
2003 Steve Bechler (23) Uso de efedrina  
McSherry era ampáyer de Grandes ligas.

#### FUTBOL

##### **Año Nombre (Edad) País**

2002 Michael Michel (32) Chipre  
**Motivo:** Paro cardíaco  
2002 Stefan Toleski (No disponible) Macedonia

**Motivo:** Paro cardíaco  
2003 Marc Vivien-Foe (28) Camerún

**Motivo:** Mal cardíaco  
2004 Miklos Feher (24) Hungría

**Motivo:** Mal cardíaco  
2004 Serginho (30) Brasil  
**Motivo:** Paro cardiorrespiratorio

## ANEXO 7

**INSRUCCIONES:** Tomando como base la noticia periodística “De luto la NFL”, contesta las siguientes preguntas.

1. ¿Cuál crees que haya sido la causa de la muerte del jugador de fútbol americano, Thomas Herrion?

---

---

---

---

---

2. ¿Por qué murió 3 horas después del juego?

---

---

---

---

---

3. ¿Se pudo haber prevenido la muerte del jugador de los 49ers de San Francisco?

---

---

---

---

---

**Muchos son los atletas que habiendo disfrutado del momento del tan ansiado triunfo, pierden sus medallas, su prestigio y hasta la vida por el consumo de drogas.**

El **dopaje** es el uso de sustancias o métodos potencialmente peligrosos para la salud de los deportistas y que son capaces de mejorar su rendimiento, fuerza o rapidez. También se refiere a la presencia en el organismo de un deportista de una sustancia o la constatación de un método, que estén prohibidos y figuren en la lista establecida por el Comité Olímpico Nacional y otras federaciones deportivas.

El término dopaje proviene de un licor estimulante que los danzantes de una tribu africana llamada "kaffir" ingerían en sus ceremonias rituales llamado "dop" y que después los ingleses adoptaron como "doping" que es un sinónimo de drogado.

Si bien el dopaje ha existido desde los juegos olímpicos de la antigua Grecia, en donde los atletas consumían mezclas de hierbas y semillas, el uso o consumo de toda sustancia que altere la situación normal del organismo, ha sido prohibido de las contiendas deportivas, porque el Comité Olímpico Internacional afirma que van en contra de la esencia misma del espíritu olímpico y del deporte, que es el juego limpio. Pero el problema del dopaje no termina en la eliminación de un atleta o con el retiro de una medalla, sino que muchas de las sustancias prohibidas y de los métodos utilizados para aumentar el rendimiento deportivo, dañan la salud de los atletas y pueden provocar daños irreversibles a corto y medio plazo y en algunos casos han ocasionado hasta la muerte.

Muchas han sido las drogas y sustancias ilícitas usadas por los deportistas y muchos los intentos por enmascarar su uso y consumo, sin embargo, también han mejorado los sistemas de detección, por medio de análisis de sangre, orina, reflejos y otros más, por lo que es prácticamente imposible que ahora un competidor pueda ganar mediante el fraude, lo que hace más justas y sanas las contiendas.

Entre las drogas y sustancias prohibidas por el Comité Olímpico Internacional están: los estimulantes, los narcóticos, los anabólicos, los diuréticos, las hormonas o barbitúricos y entre los métodos prohibidos están el dopaje sanguíneo, la administración artificial de acarreadores de oxígeno o expansores de plasma. Otras drogas prohibidas son el alcohol, la marihuana, los anestésicos locales, los antiinflamatorios y los betabloqueadores entre otros.

Cada deporte tiene registrado y prohíbe el uso de ciertas sustancias, ya que cada una de ellas actúa de forma diferente en el organismo:

- Los **esteroides anabolizantes** son consumidos para desarrollar músculos, por lo que son utilizados por deportistas que requieren fuerza y velocidad. Ya que están elaborados con testosterona, una hormona sintética masculina, entre sus efectos secundarios están: En los hombres el desarrollo de mamas, disminución del tamaño de los testículos e inhibición de la producción de esperma, impotencia sexual y en las mujeres, se desarrollan características masculinas como crecimiento de vello, cambio de la forma de la mandíbula o enronquecimiento de la voz, pérdida de la menstruación y problemas reproductivos, además también ocasiona el crecimiento del crótoris a forma de un pene pequeño y en ambos la aparición de acné, alteraciones en el hígado, várices en el esófago, problemas cardiovasculares, pérdida de apetito sexual.
- Los estimulantes, como la epinefrina, la efedrina y la norepinefrina, se utilizan en deportes de alto rendimientos como ciclismo, carreras largas, natación, lucha y box.

Incrementan el ritmo cardíaco, la presión arterial, la tensión muscular y los impulsos nerviosos, lo que ocasiona que los atletas puedan estar más atentos y resistan al sueño y la fatiga, lo que lleva al organismo a realizar esfuerzos que pueden ser fatales, ya que además aumenta la temperatura corporal lo que ocasiona dificultades respiratorias y cardiovasculares que pueden culminar en colapso.

- Los **beta-bloqueadores** son medicamentos que reducen la presión sanguínea y ayudan a controlar el movimiento de las manos. Por lo que son más utilizados por deportistas que practican deportes como el tiro o el arco, pero que a corto plazo ocasionan problemas severos de fatiga, gastrointestinales, disminución de la tensión arterial, depresión, alusiones y problemas cardiacos que pueden ocasionar la muerte.

- La **somatropina u hormona del crecimiento**, se utiliza para incrementar la masa muscular y aumentar la sensación de bienestar. A corto plazo puede aumentar los niveles de glucosa en sangre y provocar la retención de líquidos.

- Los **diuréticos** eliminan el exceso de agua del cuerpo. Por ello, los usan los deportistas que participan en competencias como la lucha o el box, pero ocasionan problemas vasculares severos.

- El **dopaje sanguíneo**, es la administración intravenosa de sangre, glóbulos rojos y otros productos de la sangre que permiten elevar el nivel de oxígeno, lo que mejora la capacidad aeróbica del deportista que se dedica a correr, nadar o saltar. Los riesgos van desde el contagio de enfermedades por los métodos de extracción, el almacenaje o reinyección, hasta la trombosis o sea, la formación de coágulos en una vena o arteria, que impide el flujo normal de la sangre y puede llegar a provocar un infarto.

- La **cafeína**, es otra sustancia prohibida por el Comité Olímpico Internacional ya que tomada en ciertas dosis específicas, puede elevar el nivel metabólico del atleta, la temperatura corporal, la presión sanguínea y el nivel de glucosa en la sangre.

- Los **barbitúricos** son recomendados para conciliar el sueño, los deportistas los utilizan después de usar anfetaminas provocando que su organismo altere el ritmo cardíaco de tal forma que pueden llegar a la muerte por descompensación del sistema nervioso.

- Otros fármacos comunes, como son los analgésicos, antihistamínicos o antiasmáticos, pueden contener sustancias prohibidas. Por esta razón si un atleta tiene que controlar una gripa u otra enfermedad debe consultar con el Asesor Médico del Comité Olímpico Internacional o de la federación correspondiente.

Como puedes observar las sustancias y métodos prohibidos alteran los procesos metabólicos y fisiológicos del organismo. Si bien es cierto, pueden favorecer el desarrollo de tejido muscular y un aumento en la oxigenación, lo que hace a un individuo más resistente al cansancio, también lo es que aceleran la velocidad de la **respiración celular** ocasionando que se elimine con mayor rapidez el bióxido de carbono y se requiera inhalar más oxígeno que a su vez llegue a cada una de las células del cuerpo, y como consecuencia haya un aumento en la frecuencia cardíaca llegando a provocar un infarto. De aquí que tengamos que analizar el proceso de la respiración celular.

## **ANEXO 9**

Tomando como base los artículos

- a) Realiza un mapa conceptual
- b) Da una explicación de la muerte del jugador
- c) ¿Cómo podría evitar para que no sucedan más muertes de esta manera

## ANEXO 10

## ANEXO 11

INSTRUCCIONES: Relaciona ambas columnas arrastrando la respuesta correcta a la línea de cada pregunta

1. Principal molécula energética de las células compuesta por una adenina, una ribosa y tres fosfatos \_\_\_\_\_
2. Lugar donde se realiza el ciclo de Krebs \_\_\_\_\_
3. Proceso mediante el cual la glucosa se degrada en dos moléculas de ácido pirúvico \_\_\_\_\_
4. Fase de la respiración celular donde se produce casi todo el ATP \_\_\_\_\_
5. Etapa de la respiración celular que genera 3 NADH y un FADH<sub>2</sub> \_\_\_\_\_
6. Nucleótido que cede sus electrones al transporte de electrones \_\_\_\_\_
7. Conjunto de reacciones en las cuales el ácido pirúvico producido por glucólisis se desdobra a CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O \_\_\_\_\_
8. Productos que se obtienen de la fermentación del jugo de uva \_\_\_\_\_
9. Tipo de fermentación que se aprovecha en la fabricación del yoghurt \_\_\_\_\_
10. Compuesto que al acumularse en las células musculares contribuye a la fatiga y calambres del músculo \_\_\_\_\_

NADH

Bióxido de carbono y alcohol

Respiración Celular

Láctica

ATP

Glucólisis

Transporte de electrones

Ácido láctico

Matriz mitocondrial

Ciclo de Krebs

## ANEXO 12

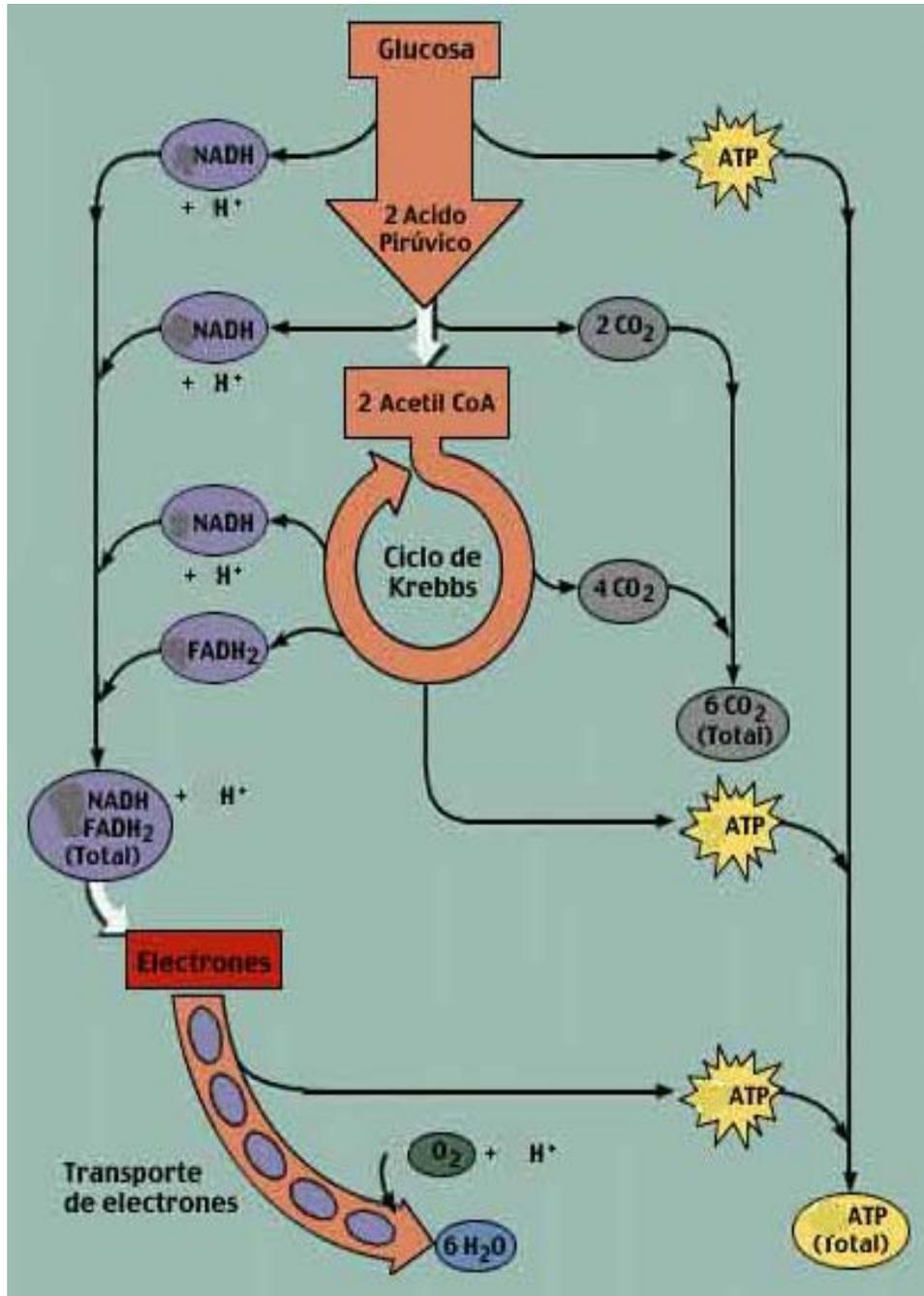
INSTRUCCIONES: Encuentra en la sopa de letras las respuestas del siguiente cuestionario

1. Conjunto de todos los procesos químicos envueltos en la liberación y utilización de energía
2. Proceso de degradación de la glucosa hasta ácido pirúvico
3. Gas que se libera en la fermentación alcohólica
4. Producto que se libera en la fermentación láctica y que es causante de los calambres
5. Principal molécula portadora de la energía
6. Procesos de degradación, se obtiene energía
7. Fase del proceso catabólico donde se obtiene la mayor parte de ATP
8. Organelo donde se realiza el ciclo de krebs
9. Molécula que genera 3 ATP en el proceso del transporte de electrones
10. Proceso que consiste en la oxidación de la glucosa en ausencia de oxígeno

A	C	F	G	H	J	L	M	O	Ñ	Q	R	T	U	V	W	Z	Y	O	R	Y	P
R	T	J	R	Y	U	I	F	Y	C	R	T	N	O	C	O	T	I	M	Q	F	R
Y	F	F	S	F	F	F	H	G	A	I	D	V	D	S	U	I	Q	S	A	D	O
T	D	D	B	C	J	E	R	X	V	G	T	D	F	D	A	L	A	I	E	D	T
F	S	F	R	I	S	C	O	B	A	O	A	C	R	F	E	A	Z	L	T	S	E
W	G	F	I	R	O	S	A	D	M	D	E	A	A	G	I	C	S	O	Y	A	I
E	R	L	Y	F	D	X	R	S	U	T	T	Y	U	L	U	O	X	B	U	N	N
F	D	E	U	F	R	Y	I	V	I	D	E	R	T	H	O	I	E	A	I	B	A
S	E	T	C	C	F	L	N	D	N	T	X	Ñ	I	J	O	D	D	T	O	V	S
C	G	R	F	K	O	U	T	E	O	G	O	J	L	L	O	E	I	A	P	C	T
S	D	F	M	B	D	L	W	M	D	D	C	C	N	B	A	T	A	C	G	X	R
Z	X	C	A	E	V	N	I	W	R	T	E	U	O	Ñ	I	E	D	T	A	Z	A
M	E	T	Y	I	N	O	P	S	Q	A	S	C	V	N	I	S	C	E	D	R	P
W	E	E	R	Y	U	T	W	F	I	Q	E	S	A	Ñ	D	I	G	X	G	F	O
M	N	B	V	X	P	A	A	S	D	S	S	R	T	R	I	R	H	M	F	Z	R
A	Z	S	C	T	V	G	H	C	H	U	I	O	P	P	B	T	I	W	H	S	R
E	R	T	A	U	R	S	A	D	I	E	R	Y	U	U	U	O	H	A	J	O	H
A	S	D	F	G	Q	E	R	T	Y	O	U	P	F	F	U	S	N	M	Y	D	E
P	O	I	U	Y	T	R	E	W	E	Q	N	A	A	G	U	U	J	O	A	I	I
S	E	N	O	R	T	C	E	L	E	E	D	E	T	R	O	P	S	N	A	R	T
A	S	D	F	G	H	J	K	L	Ñ	Z	X	C	V	S	U	C	P	W	N	N	O

### ANEXO 13

INSTRUCCIONES: Indica el número de ATP, NADH y FADH que se obtienen en cada proceso de la degradación de la glucosa, así como el número total de ATP.



## ANEXO 14

## LA PREPARACIÓN DEL ATLETA OLÍMPICO

Recuerda la leyenda que en la Grecia clásica, cierto atleta olímpico se propuso llegar a ser la persona más fuerte del mundo. Cada mañana, Milón de Crotona agarraba una ternera, la alzaba sobre su cabeza y recorría así el establo. Al par que crecía el animal, crecían las fuerzas de Milón, hasta que logró levantar en peso la ya vaca gorda.

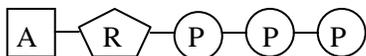
Milón, pentacampeón en el deporte de la lucha, incluyó lo que hoy en día constituye uno de los postulados básicos de la ciencia aplicada al deporte. El entrenamiento progresivo de la resistencia, forzando los músculos con cargas crecientes, es algo que conocen los miles de atletas que participan en las Olimpiadas.

Los expertos en fisiología del deporte y los preparadores se basan en el avance de la ciencia para conseguir que los atletas participantes de las olimpiadas desarrollen todas sus potencialidades metabólicas y musculares. Los expertos en biomecánica hacen uso de ordenadores, sensores especiales y de video para estudiar la dinámica de los movimientos. Los ingenieros de diseño incorporan los últimos avances en materiales y en aerodinámica para construir balsas ligerísimas o la bicicleta perfecta. Los psicólogos intentan que los atletas refuercen su autoestima a través de técnicas mentales. La conjunción de todos estos enfoques proporcionan esas sutiles ganancias en la preparación del atleta que después se traducen en victorias.

### El desarrollo del cuerpo

Para entender por qué el entrenamiento aumenta la fuerza y la resistencia necesaria para las pruebas olímpicas partiremos del conocimiento de los mecanismos de producción de energía por el organismo.

Las células musculares necesitan energía para contraerse a medida que se camina, se estira o se practica un ejercicio. La unidad biológica de energía en los sistemas vivos es el trifosfato de adenosina o comúnmente llamado ATP. Molécula que consta de una base nitrogenada (adenina), un azúcar (ribosa) y tres fosfatos



Adenina + Ribosa + P - P - P

Es precisamente del ATP de donde la célula toma la energía que necesita para sus actividades. De hecho, sin un suministro constante y abundante de ATP, una célula muere. La energía que el ATP libera, proviene cuando su tercer grupo fosfato se separa de la molécula y da lugar al Difosfato de Adenosina, un fosfato y liberación de energía:



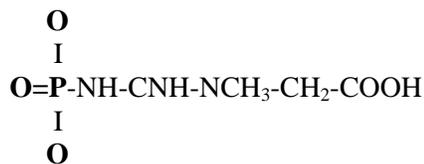
Después del rompimiento del fosfato, el ADP está listo para que se le una un fosfato y así regenerar ATP.

El gasto y síntesis de ATP ocurre en las células una y otra vez. En efecto, una célula en funcionamiento consume y regenera su cantidad de ATP aproximadamente cada minuto. Para mantener la actividad muscular, el organismo dispone de tres procesos metabólicos interrelacionados, que se encargan del suministro continuo de ATP.

- 1) Fosfocreatina
- 2) Glucólisis anaeróbica
- 3) Respiración celular

El predominio de uno u otro dependerá de los requerimientos energéticos de los músculos en un momento dado y de la duración de la actividad.

La fuente más inmediata de que disponemos para reconstruir el ATP es la fosfocreatina, compuesto rico en energía y portador en su estructura molecular de un fosfato.



El fosfato de la fosfocreatina lo cede al ADP para formar ATP y creatina.

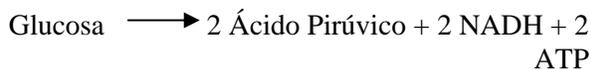


Cuando el suministro de fosfato de la fosfocreatina se agota, el sistema vivo recurre a otros dos procesos generadores de ATP: la glucólisis no requiere oxígeno (anaeróbico) y la respiración celular si lo necesita (aeróbico).

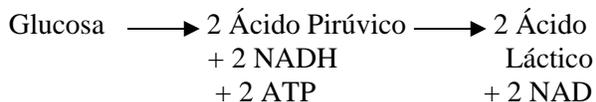
El proceso anaeróbico, o glucólisis, acostumbra ser el primero que se pone en operación.

Las moléculas de glucosa presentes en el azúcar, en la leche o en las grandes moléculas como el almidón de las papas y del plátano, es la principal fuente de energía para la mayoría de los sistemas vivos. De hecho la glucosa presente en la leche que no te quieres beber es consumida por las bacterias.

La energía que se encuentra almacenada dentro de la glucosa se libera poco a poco a través de una serie de nueve reacciones y que se usa para adherir los grupos fosfatos a las moléculas de ADP y así formar ATP. El proceso anaeróbico de degradar una molécula de glucosa en dos moléculas de ácido pirúvico se le conoce como glucólisis



Los 2 ATP que se producen en la glucólisis no son suficientes para la realización de las actividades musculares y celulares, por lo que si hay oxígeno, el proceso de degradación de la glucosa y síntesis de ATP continúa. Para infortunio del atleta o de ti cuando haces ejercicio por primera vez o un ejercicio extenuante, el ácido pirúvico en lugar de convertirse en Acetil coenzima A y seguir el proceso aeróbico, se convierte en ácido láctico, proceso llamado fermentación láctica.



Esto significa que también nuestros músculos realizan la fermentación láctica, proceso que es empleado en la industria láctea para fabricar queso y yogur, pero a diferencia de nosotros, este ácido láctico se acumula en los músculos causando un dolor muscular agudo, los llamados calambres. Gracias al entrenamiento o realización de ejercicio constante, los músculos se adaptan, de tal modo, que pueden tolerar niveles elevados de ácido láctico.

Resulta muy interesante saber que el ácido láctico se vuelve a convertir en ácido pirúvico en el hígado pues las células musculares carecen de las enzimas necesarias para realizarlo.

Entre más rápido el ácido láctico se convierta en ácido pirúvico desaparecerán las molestias ocasionadas por los calambres. Aunque durante la competencia o ejercicio extenuante el ácido láctico termina bloqueando la contracción muscular, haciendo que el atleta se detenga, o por lo menos, disminuya su ritmo.

Como vemos, la glucólisis anaeróbica cede rápidamente sus dos ATP por molécula de glucosa, pero, el costo energético es mucho más alto cuando las moléculas se degradan por procesos de respiración celular, que consta de tres procesos

- 1) conversión de ácido pirúvico en acetil CoA
- 2) Ciclo de Krebs
- 3) Transporte de electrones

El ácido pirúvico proveniente de la degradación de la glucosa se convierte en acetil coenzima A, liberando CO<sub>2</sub> y NADH



Posteriormente, el Acetil CoA entra a una serie de reacciones que se realizan en el citoplasma de de las mitocondrias, llamadas ciclo de Krebs, durante el cual se libera 1 ATP, 3 NADH, un FADH<sub>2</sub> y un ATP.

Finalmente los NADH producidos en cada uno de los procesos anteriores entran a una fase conocida como Transporte de electrones, que se realiza en la membrana interna de la mitocondria y en donde cada NADH cede sus electrones hasta unirse con el oxígeno y formar agua. Aquí es donde se genera la mayor cantidad de ATP que sumados a los generados la glucólisis y en la respiración celular llegan a ser un total de 36 ATP por cada molécula de glucosa.

Así la respiración celular se define como procesos que requieren oxígeno molecular en la obtención de energía a partir de moléculas del alimento, principalmente la glucosa.

En consecuencia, para períodos cortos de esfuerzo muy intenso sólo podemos contar con la glucólisis anaeróbica. En cambio, para mantener la actividad en pruebas de duración prolongada, un maratón por ejemplo. Dicha tarea recae sobre el metabolismo aeróbico; la degradación de carbohidratos, grasas y proteínas en presencia de oxígeno.

A diferencia de la glucólisis anaeróbica, el sistema aeróbico no puede activarse de repente. Han de transcurrir al menos uno o dos minutos de ejercicio intenso o como se dice realizar un calentamiento físico previo para que el aumento del ritmo respiratorio y cardíaco asegure el suministro de oxígeno a las células musculares. De esta manera, mientras el corredor avanza en su marcha, sus pulmones incorporan el O<sub>2</sub> del aire y lo pasan al torrente sanguíneo, el cual lleva el O<sub>2</sub> a las células musculares. Las mitocondrias de las células musculares utilizan ese oxígeno en la respiración celular, obteniendo la energía del azúcar y otras moléculas orgánicas que el corredor obtuvo del alimento varias horas antes. Las células musculares entonces usan esa energía para contraerse.

La absorción de oxígeno por los pulmones y la circulación de la sangre que suministra el oxígeno a los tejidos musculares tiene que ir a la par del consumo de oxígeno en las células musculares, produciéndose así el fenómeno del “segundo aliento”, bien conocido por los corredores. El torrente sanguíneo y los pulmones también llevan a cabo la función vital de desechar el CO<sub>2</sub> producido por la respiración celular de los músculos.

En la fase aeróbica, aún el atleta depende de una combinación del ATP almacenado, de la fosfocreatina o de la glucólisis anaeróbica. Con la activación de los procesos aeróbicos, estos otros sistemas funcionan a un nivel más bajo, de hecho se sigue produciendo ácido láctico, pero se metabolizan rápidamente en el hígado y por lo tanto no se acumula.

Aunque el sistema aeróbico es muy eficiente, su capacidad para suministrar energía al músculo es superior. Si necesita más ATP el músculo debe poner en marcha otras fuentes de energía distintas. Un jugador de fútbol mediado el primer tiempo de 45 minutos por ejemplo, depende fundamentalmente del metabolismo aerobio. Pero si necesita realizar un sprint, su organismo ha de recurrir al ATP almacenado o reconstituido por el sistema de la fosfocreatina que suplemente al sistema aeróbico. De modo semejante, si ese sprint de intensidad elevada continua durante un período de cinco a quince segundos, la glucólisis anaeróbica del jugador experimenta un rápido aumento. Al terminar el partido, el organismo

retoma al sistema aeróbico, mientras se regeneran las capacidades suministradores de energía.

Los preparadores deben conocer las exigencias de su especialidad deportiva y ajustar la intensidad y duración del entrenamiento para mejorar el funcionamiento aeróbico o anaeróbico del atleta. El principio fundamental del entrenamiento es que una actividad prolongada adaptará los músculos a un nivel creciente de demanda, una versión en la fisiología deportiva del estímulo-respuesta. Con el tiempo, el entrenamiento inducirá los cambios fisiológicos adecuados a un deporte específico. El entrenamiento de un corredor de fondo, por ejemplo, atiende a la potenciación de la capacidad de su sistema aeróbico. El levantador de peso, por el contrario, ha de concentrarse en la fuerza y en la potencia, en lugar de desarrollar la resistencia, que es característica de los deportes de fondo.

### **Dopaje la trampa es para la salud**

En 1968, durante los Juegos Olímpicos celebrados en México y en los de Invierno, en Francia, fue cuando se implementaron por primera vez las pruebas de antidopaje. Desde entonces éstas han aumentado en cantidad y calidad y complejidad porque el tipo de drogas, las formas de administración y los métodos para superar fraudulentamente los exámenes mejoran día con día.

El Comité Olímpico Internacional periódicamente elabora y difunde una lista de las sustancias prohibidas, entre ellas están los estimulantes, narcóticos, diuréticos, acarreadores de oxígeno o expansores de plasma, alcohol, glucocorticosteroides, cannabinoides, anestésicos locales. De ellos los más empleados son los estimulantes y esteroides anabólicos.

Los estimulantes como la epinefrina, la efedrina y la norepinefrina actúan sobre las glándulas adrenales y el sistema nervioso central incrementando el ritmo cardíaco, la presión arterial, la tensión muscular y los impulsos nerviosos. Promueven la secreción de adrenalina, por lo que el individuo se encuentra más atento, resiste mejor el sueño y la fatiga y se siente con mayor disposición para participar en competencias principalmente que requieren agresividad, como el box y la lucha, o de esfuerzos grandes y continuos como ciclismo,

pista y campo porque producen en el usuario sentimientos de hostilidad, agresividad y fuerza. Los efectos secundarios van desde paranoia, insomnio y conductas antisociales. En 1955 el ciclista Mallejak perdió la conciencia después de ingerir estimulantes.

Un problema adicional es la tolerancia hacia los estimulantes, es decir para obtener los efectos iniciales, se incrementa la dosis ingerida lo que aumenta la dependencia y en ocasiones sobredosis mortales.

Algunos estimulantes son de origen natural, como efedrina, esta se encuentra en un helecho llamado efedra que se utiliza para preparar bebidas por infusión como el té. Hay una gama amplia de estimulantes sintéticos, drogas muy poderosas como el llamado polvo de ángel o el éxtasis que también son afetaminas. El caso más famoso es el de Maradona.

Los esteroides anabólicos alteran el sistema endocrino del usuario porque modifican el balance hormona del individuo. Pueden ser androgénicos, estrogénicos o anabólicos. El cuerpo produce los esteroides dependiendo del sexo y del ejercicio que realiza, a partir del colesterol. Los anabólicos sintéticos son muy empleados por levantadores de pesas, lanzadores,

saltadores y jugadores de americano. Entre los efectos secundarios del empleo de los anabólicos se encuentran la aparición de acné, atrofia del funcionamiento hepático, trastornos cardiovasculares; en los hombres ocasiona pérdida del apetito sexual, calvicie, esterilidad, y en las mujeres aparición del vello facial, engrosamiento de voz, patrón de calvicie masculina. Esos efectos son irreversibles. En los niños provocan además una fusión ósea prematura que les impedirá alcanzar la estatura que habrían llegado sin ellos.

El dopaje sanguíneo aumenta el volumen de oxígeno disponible y reducir el cansancio. Consiste en extraer sangre de una persona que entrenó varias semanas y conservarla en refrigeración. Se reinyecta la misma sangre al deportista, lo que aumenta el volumen sanguíneo y la oxigenación haciendo al individuo más resistente al cansancio.

Como ya es posible detectar el dopaje sanguíneo han preferido utilizar eritropoyetina (EPO) sintética que en el cuerpo estimula la producción de glóbulos rojos.

Son muchos los problemas de salud que acarrea el dopaje y no vale la pena arriesgarse con su uso.

## **ANEXO 15** Conclusiones y opiniones de los alumnos

De la clase que se refirió a la muerte del jugador y la que se llevó en el SILADIN

1. ¿Fue interesante ver el tema de metabolismo con un caso como el del jugador de fútbol americano? Si, no ¿por qué?

---

---

2. ¿Te gustó ver el tema así?

---

---

3. ¿Crees conveniente utilizar esta estrategia para otros grupos? Si, no ¿por qué?

---

---

4. ¿Qué aprendiste?

---

---

5. ¿Crees conveniente ver los temas de biología con casos reales?

---

---

6. ¿Qué te gustó más?

---

---