

01963



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE PSICOLOGIA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO MAESTRIA EN PSICOLOGIA EDUCATIVA

"APLICACION DE UN DISEÑO INSTRUCCIONAL ASISTIDO POR COMPUTADORA PARA PROMOVER EL CAMBIO CONCEPTUAL EN ALUMNOS DE BACHILLERATO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRIA EN PSICOLOGIA EDUCATIVA

P R E S E N T A :

SUSANA MARÍA DE LOS ANGELES JIMENEZ VIDAL

23807

DIRECTOR DE TESIS: M.C. BENILDE GARCIA CABRERO

COMITE: DRA. FRIDA DIAZ BARRIGA

DR. JAVIER AGUILAR VILLALOBOS

MEXICO, D. F.

2000



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.



---

**Por nuestras ideas hablarán los hechos.**

Marco Podestá Morali.

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Oscar quien con su amor,  
carifio y comprensión es el punto de equilibrio  
que le da fuerza y sustento a mi existencia.*

*A Fernando, Lulú y Mariajosé por compartir su vida,  
alegrías, sinsabores y por su incondicional apoyo  
en los momentos difíciles por los que he tenido que atravesar.*

*A mis padres por el gran carifio que me inspiran  
que me hace crecer por dentro  
y me impulsan a continuar mi lucha.*

---

*A mi querida Universidad Nacional Autónoma de México  
por brindarme su protección académica,  
brindarme a profesores que con su inagotable fuente  
de conocimientos contribuyeron en mi formación profesional.*

*A mi Directora de Tesis M.en C. Benilde García Cabrero  
por su paciencia y tolerancia ante mis limitaciones a lo largo  
de los estudios que compartimos y cuyas orientaciones constituyeron  
un apoyo invaluable para que llegara al final de esta tesis.*

*A la Dra. Frida Diaz Barriga, por sus cálidas palabras  
y su interés en el contenido de esta tesis lo cual tiene  
un significado especial y decisivo en mi formación profesional.*

*Al Dr. Javier Aguilar por sus orientaciones y apoyo  
que me permitieron ver con mayor claridad algunos aspectos del trabajo  
realizado, pero sobre todo por sus agradables y sabias charlas.*

---

*A Gladys por ser como es, por la comprensión y apoyo que  
me brindó  
y le ha dado a miles de estudiantes de la Facultad de  
Psicología desde su pequeño rincón de la biblioteca y  
desde el cual brilla con luz propia.  
Pero sobre todo por su amistad.*

*A mis queridas amigas Emma, Magali y Yola de quienes  
siempre recibo más de lo que merezco,  
les agradezco su solidaridad, afecto y paciencia.*

*A Aurora por su incondicional amistad  
y apoyo cuando más lo necesito.*

*A mis alumnos por lo que me han permitido aprender de ellos.*

# INDICE

## RESUMEN

	15
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	17
<b>1.1 Importancia del estudio</b>	17
<b>1.2 Justificación.</b>	21
1.2.1 De la problemática educativa	21
1.2.2 De los problemas de la enseñanza de la química.	25
1.2.3. De las bases psicopedagógicas	28
1.2.4 De la función de la computadora en la educación.	30
<b>1.3 Planteamiento del problema</b>	37
1.3.1 Objetivos	39
Objetivo General	39
Objetivos Específicos	39
1.3.2 Contexto general de la investigación.	40
<b>2. MARCO TEORICO</b>	43
<b>2.1 El estudio del proceso de enseñanza y aprendizaje y el cambio conceptual como base para la elaboración de diseños instruccionales.</b>	43
2.1.1 Contexto	43
2.1.2 La construcción del conocimiento	45
2.1.2.1 El proceso del pensamiento.	45
a) El desarrollo conceptual	47
b) La resolución conceptual	47
c) El cambio conceptual	48
2.1.2.2 La función de la memoria.	50
Medio extraescolar y escolar	52
Modelo de procesamiento humano de la información (PHI)	54
2.1.2.3 La función del lenguaje.	57
<b>2.2 El punto de partida hacia el cambio conceptual.</b>	69
2.2.1 Las preconcepciones, ideas alternativas y concepciones erróneas.	69
2.2.2 Las ideas previas de los alumnos con respecto a la química.	72
2.2.3 La organización de las ideas.	79
2.2.4 Aproximaciones al estudio de la organización de las ideas previas.	83
2.2.4.1 La comparación de expertos y novatos.	83
2.2.4.2 Los procesos de reestructuración.	85



<b>2.3</b>	<b>La enseñanza de las ciencias y el cambio conceptual</b>	<b>87</b>
<b>2.4</b>	<b>Procesos y contextos instruccionales que provocan la permanencia de los conceptos.</b>	<b>89</b>
2.4.1	Las orientaciones instruccionales.	89
2.4.1.1	La instrucción directa	90
2.4.1.2	Instrucción orientada hacia el cambio conceptual.	90
2.4.2	Modelos instruccionales y cambio conceptual	91
2.4.2.1	El modelo de Glaser	92
2.4.2.2	El modelo de Rosenshine	93
2.4.2.3	El modelo de Driver	96
<b>3.</b>	<b>LA COMPUTADORA COMO MATERIAL DE APOYO A LA INSTRUCCION.</b>	<b>99</b>
<b>3.1</b>	<b>Importancia.</b>	<b>99</b>
<b>3.2</b>	<b>Enfoques sobre el uso de la informática con fines educativos.</b>	<b>104</b>
<b>3.3</b>	<b>Las propuestas constructivistas para diseñar ambientes computacionales de aprendizaje.</b>	<b>114</b>
<b>3.4</b>	<b>Los principios psicopedagógicos relacionados con la computación.</b>	<b>119</b>
<b>3.5</b>	<b>Diseños instruccionales utilizando la computadora como herramienta cognitiva para promover el cambio conceptual: características, planeación y estructuración.</b>	<b>127</b>
3.5.1	Descripción del diseño instruccional y el procedimiento empleado para su aplicación.	134
3.5.2	Algoritmización y desarrollo del conocimiento, la interface y el diseño de las formas de evaluación	135
3.5.3	Presentación y desarrollo del contenido	137
3.5.4	La dinámica de la aplicación	144
<b>3.6</b>	<b>La medición y la evaluación del proceso de aprendizaje.</b>	<b>145</b>
3.6.1	La evaluación de las preconcepciones antes y después de la instrucción.	145
3.6.2	La evaluación del diseño instruccional.	148

<b>4. METODOLOGIA</b>	<b>153</b>
<b>4.1 Preguntas experimentales.</b>	<b>153</b>
<b>4.2 Hipótesis</b>	<b>154</b>
4.2.1 Hipótesis de trabajo	154
4.2.2 Hipótesis Nula	154
<b>4.3 Sujetos</b>	<b>154</b>
<b>4.4 Diseño utilizado</b>	<b>155</b>
4.4.1 Variable independiente	156
4.4. 2 Variables dependientes	156
<b>4.5 Escenarios</b>	<b>157</b>
<b>4.6 Materiales</b>	<b>158</b>
<b>4.7 Procedimiento</b>	<b>158</b>
4.7.1 Fase 1	158
4.7.2 Fase 2	159
4.7.3 Fase 3	161
4.7.4 Fase 4	161
<b>4.8 Resultados</b>	<b>162</b>
4.8.1 Representación gráfica del análisis de la prueba de conocimientos, tratamiento de los datos y resultados.	162
4.8.2 Análisis de los conceptos generados antes y después de la instrucción.	164
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>183</b>
<b>5.1 Conclusiones sobre el diseño instruccional desarrollado.</b>	<b>183</b>
<b>5.2 Conclusiones derivadas de la evaluación y los datos obtenidos del experimento.</b>	<b>186</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>189</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>197</b>



## RESUMEN

El objetivo de este estudio es el evaluar los efectos de una intervención asistida por computadora en la organización de la estructura conceptual de un grupo de estudiantes de bachillerato y diseñada conforme a los principios de la aproximación constructivista. El tema de esta intervención fue sobre compuestos en química por medio de la técnica de redes semánticas propuesta por Figueroa, et.al. (1976,1982); una prueba de conocimientos y una encuesta de opinión sobre la estructura y funcionalidad de los componentes del software. Así mismo se determinó la red semántica de los profesores de química y se comparó con las generadas por los estudiantes.

En el estudio participaron 95 alumnos distribuidos en cinco grupos de 19 estudiantes elegidos al azar. Los grupos obedecían a las categorías de: alumnos dirigidos por un profesor con formación constructivista (grupo control) o tradicional asistido con computadora; con formación constructivista o tradicional sin computadora y el mismo profesor de formación constructivista del grupo control sin computadora.

Los resultados indican que existen ganancias significativas en las calificaciones de los estudiantes del grupo control, comparadas con las obtenidas en los demás grupos, así como que las redes semánticas generadas por este grupo son similares a las de los expertos, en contraposición con las de los estudiantes en las otras condiciones experimentales, por lo que se concluye que el diseño instruccional de corte constructivista en la computadora genera cambios importantes en la acumulación, representación y organización de los conceptos de compuestos, mezclas y elementos dentro de la memoria semántica de los estudiantes.



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Importancia del estudio

El presente trabajo pretende realizar un análisis comparativo de diversas aproximaciones a la enseñanza de las ciencias naturales, particularmente en el caso de la química; con el objetivo de proponer un diseño instruccional asistido por computadora que favorezca la asimilación y comprensión por parte del alumno de los conceptos teóricos, atendiendo los principios sobre el cambio conceptual derivados de las investigaciones más recientes. Vosniadou, 1994; Villani, 1992; Rosenshine, 1995).

El propósito es explorar las posibilidades de un diseño instruccional, programado con herramientas de multimedia y de esta forma demostrar que las condiciones que ofrece este dispositivo, apoyan de manera significativa a los maestros para planear y aplicar una estrategia de enseñanza efectiva, de manera que los alumnos, a partir de sus preconcepciones, intenten probarlas bajo el rigor de una prueba hipotética y a través de exploraciones de los fenómenos bajo condiciones controladas (Bestougeff y Fargette, 1986; García, 1995).

El aprendizaje de las ciencias empieza a interesar a los educadores e investigadores en la década de los 70's ya que parece ser una medida viable para esclarecer muchas dudas sobre el desarrollo cognitivo y sobre la forma de adquirir conocimientos. Sin embargo, los resultados de estos estudios en términos cuantitativos y cualitativos fueron ambiguos y poco promisorios, desde entonces, los esfuerzos se acrecentaron por diversas vías; una de las cuales - la que nos importa considerar -, es la relativa a la enseñanza de las ciencias naturales como un proceso de "cambio conceptual", es decir; un proceso a través del cual los estudiantes reconstruyen su comprensión previamente adquirida sobre ciertos conceptos o fenómenos (Serrano, 1987; Driver, 1991; Villani, op.cit., 1992; Rosenshine, Op.Cit., 1995).

Se encontró que los estudios empiezan haciendo énfasis en el esclarecimiento de las ideas previas de los alumnos, de los procesos cognitivos y metacognitivos que convierten las "ideas ingenuas" en "ideas científicas" así como los efectos de la interacción entre alumnos y maestros en el salón de clase (Fensham, 1991; West y Pines, 1985; Pozo, Gómez Crespo, Limón M. ) Todo este trabajo se ha desarrollado con la finalidad de mejorar tanto las estrategias utilizadas por los maestros para enseñar, como las de los alumnos para adquirir conocimiento, para una mayor información sobre el tema véase: Driver, Guesne, Thibergien, 1989; Johnstone y Monihan, 1985; Llorens, Llopis y De Jaime, 1987; Serrano, op.cit., 1987; Ton y Ferguson, 1986; Pozo, et al., 1991; Vosniadou, op.cit., 1994.

Para tal propósito es necesario abundar sobre los estudios relacionados con las ideas previas de los alumnos, tema que se desarrollará posteriormente con mayor detalle, bástenos saber -por el momento-, que la investigación sobre las concepciones espontáneas tiene aproximadamente 15 años de haber surgido formalmente y que ésta abarca diferentes perspectivas: tanto teóricas como metodológicas. Debido a su corta vida se han utilizado variados descriptores para referirse a las concepciones espontáneas, dependiendo de los fundamentos teóricos de los programas de investigación (Furió, 1986; Alvarez, García, Díaz, Jiménez, Evangelista, 1993).

Si el énfasis se da en las ideas previas que los alumnos tienen sobre el fenómeno se les denomina "preconcepciones" (Novak, 1984); si es en los errores que los alumnos cometen al aprender los conceptos se denominan "errores conceptuales" (Doran, 1972, citado por Furió, op.cit., 1986); y si se trata de estudiar las ideas de los alumnos considerándolas como coherentes y persistentes o "miniteorías" o "teorías en construcción" se utiliza el término "esquemas" o "concepciones alternativas" (Driver y Erickson, 1983).

Estos estudios han afrontado problemas fundamentales como:

- *¿Qué concepciones alternativas tienen los estudiantes en estos campos específicos de conocimiento?,*
- *¿Cómo es adquirido el conocimiento en diferentes disciplinas científicas?,*
- *¿Qué es lo que conocen los estudiantes en temas específicos de estas ciencias?,*
- *¿Cómo hacer para que los errores sean corregidos en la mente de los alumnos? así como*
- *¿Cuál es el proceso que siguen al adquirir, representar y utilizar estos conceptos?. (Alvarez, et.al. ,1993)*

Las respuestas de estas preguntas están -en mucho-, contenidas en las investigaciones de la psicología cognoscitiva, que explica que el aprendizaje es un proceso interno del individuo determinado por dos vertientes con las cuales el estudiante al adquiriendo conocimientos, estas son:

- 1) El ambiente (aprendizaje ingenuo o intuitivo), que está influenciado por el lenguaje, la cultura y otros individuos y cuyas características principales son: construir la realidad de la persona y ser adquiridos de forma azarosa y sin dirección.
- 2) La instrucción formal, donde la realidad es interpretada por otros y determinada como lo verdadero y en donde su aprendizaje está dirigido y organizado en secuencias a corto plazo.

Estas dos vertientes interactúan entre sí y se espera que la fusión de las mismas tenga como resultante el cambio conceptual esperado. (West y Pines, op.cit., 1985). Los problemas subyacentes a estas afirmaciones son:

- *¿Qué estrategias instruccionales favorecerían que esta fusión se llevara a cabo?*
- *¿Cuáles son los apoyos didácticos que promueven el cambio conceptual?*
- *¿Cuáles son las estrategias de enseñanza más eficaces para que el alumno obtenga la asimilación del contenido?.*

Estas son las interrogantes de las cuales parte el presente trabajo, en el que se enfatizará el papel de la tecnología inmersa en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que en las últimas décadas la tecnología y la educación se han relacionado estrechamente de tal manera que el ser humano del siglo XX ha evolucionado sus formas de adquirir conocimientos, lo que ha provocado movimientos de información ricos y diversificados, controlando los intercambios, los traslados y almacenamiento de esas informaciones, aplicando para ello recursos cada vez más poderosos.

Particularmente en la enseñanza, el teléfono, la televisión y la computadora han jugado un papel predominante en las últimas décadas. Si bien el teléfono y la televisión han transformado rápidamente la forma de pensar de las personas con respecto al mundo, al facilitarle información diversificada y múltiple, la computadora está teniendo una presencia en el ámbito educativo todavía más trascendente debido a sus posibilidades, no sólo de comunicante sino de comunicador interactivo y apoyo didáctico en el salón de clases. (De la Sierra, 1991, Herrera, 1994, Valdés, 1995)

La computadora tiene diferentes usos, como: juguete educativo, gestora, aparato de laboratorio, enciclopedia e interlocutor pedagógico. Es este último tipo de utilización, el interlocutor pedagógico, el que nos interesa debido a que la enseñanza por computadora supone que el maestro delega parte de sus actividades en la máquina, por lo que ésta se transforma en un mediador entre los alumnos y él mismo por interposición de un intérprete (software didáctico) de esta manera los papeles tradicionales de los tres componentes del proceso enseñanza-aprendizaje cambian.

Como es de esperarse, la intermediación de la computadora obliga a ambos, maestro y alumno, a tener una responsabilidad compartida por desarrollar y resolver los enigmas del contenido a estudiar, por lo tanto el progreso cognitivo se da en función de la posibilidad de contar con caminos diversos -que proporciona la máquina-, para reflexionar sobre las ideas erróneas de los alumnos -dirigidos por los maestros- y así alcanzar una idea razonablemente más acorde con el pensamiento científico (teoría). (Véanse Beustogeff y Fargette, 1986; Howe, 1991; Draper, Driver, Hartley, Hennessy,



Mallen, Mohamed, O'malley, O'Shea, Scanlon, y Twigger, 1991 y Mayer y Sims, 1994). El estudiante, por lo tanto, tiene que ser un ente activo, responsable y confiable para sus roles en el aprendizaje generativo (Witrock, 1989), más que un producto directo del medio ambiente.

La enseñanza de las ciencias naturales -como también de otras ciencias-, tiene un buen aliado en la computadora no sólo porque pone a disposición de maestros y alumnos un gran número de informaciones de carácter textual, numérico, iconográfico y sonoro, sino porque se pueden simular ciertos aparatos de laboratorio tanto en sus funciones como en su apariencia física así como posibilidad de acelerar y retardar el tiempo según se desee. También puede ayudar y controlar al alumno en el curso de sus manipulaciones y verificar igualmente el progreso de su trabajo con una simulación guiada. (Bestougeff y Faguette, op.cit., 1986).

Derivado de estos planteamientos es como aparecieron los cuestionamientos más importantes para el desarrollo de este trabajo, que se resumen de la siguiente manera:

- *¿Existe evidencia que demuestra que el uso de la computadora sirve como apoyo para promover el cambio conceptual esperado en alumnos que estudian química?*
- *¿Cuáles serían la función de la computadora como herramienta de apoyo para el maestro y el alumno?*
- *¿Cómo debería ser el diseño instruccional que debe aparecer en la computadora para promover el cambio conceptual esperado?*
- *¿Cómo se evaluaría el impacto de dicho diseño en el aprendizaje de los alumnos?*

En el desarrollo de este documento se pretende proponer un diseño instruccional asistido por la computadora que esté estructurado con los elementos indispensables para promover la discusión y justificación de las ideas previas de los estudiantes, con elementos que permitan comprobar o rechazar las hipótesis planteadas por los alumnos logrando obtener un conocimiento significativo del contenido a estudiar.

Las bases teórico metodológicas de este trabajo se tomaron específicamente de los trabajos de Driver, op.cit., (1991); Villani, op.cit., (1992); Pozo, (1987) y Rosenshine, op.cit., (1995) entre otros, para delimitar la estructura del diseño instruccional enfocado a promover el cambio conceptual. Por otro lado, para diseñar la estructura del programa computarizado y el diseño de evaluación se atendió a los fundamentos psicopedagógicos e informáticos realizados por Bestougeff y Faguette, op.cit., (1986); Howe, op.cit., (1991); Draper, et.al., (1991); Barker y King, (1993) y Mayer y Sims, op.cit., (1994).

La presente tesis se compone de tres apartados importantes. En el primero se exploran las contribuciones de la teoría constructivista para el desarrollo de las investigaciones sobre cambio conceptual y los diseños instruccionales que propone para promoverlo en el salón de clases donde se enseña química.

El segundo apartado intenta indagar las aportaciones de los estudios realizados para promover el cambio conceptual asistidos por la computadora y analizar algunas otras que proporcionen diseños instruccionales adecuados para la enseñanza de la química. En el último apartado se expone la propuesta metodológica sustentada en el resultado de los anteriores análisis y de su aplicación con alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades.

## **1.2 JUSTIFICACION.**

### **1.2.1 De la problemática educativa**

La enseñanza en el país -en todos sus niveles y grados escolares-, se encuentran, desde hace largo tiempo, afectada de una manera importante y multifactorial por el problema de la deserción de los alumnos y el rezago escolar. (Rubio, García, y Meza, 1993, Gottdiener, Jiménez, Pineda, Rueda, y Sánchez, 1996). Los Colegios de Ciencias y Humanidades, son una parte importante del sistema educativo en el nivel medio superior y en relación al problema de deserción han intentado diversas alternativas de solución para mejorar las condiciones de rendimiento en los alumnos y así evitar el abandono de su formación académica.

A partir de estas justificadas preocupaciones se han realizado diversas acciones para investigar los factores causales y proponer alternativas de solución. (Bello y Guevara, 1993, Rodríguez, 1993). De acuerdo al programa de desarrollo educativo 1995-2000 "el promedio nacional de eficiencia terminal para los estudios de bachillerato general y de bachillerato tecnológico es de aproximadamente del 58%." (Revista Universidad, 1996, pag.95). En 1993, apenas era del 35%, (Gottdiener y Cois. op.cit., 1996) la diferencia es una cifra promisorio del 23%, que si bien es significativa no es suficiente para aminorar los esfuerzos empleados, lo que queda claro es que aun los esfuerzos aislados e incipientes realizados para solucionar estos problemas esta actuando positivamente en favor del rezago de los alumnos.

Tomando en cuenta que de cada cien alumnos que ingresan al bachillerato del Colegio, veintinueve lo concluyen en los tres años que dura el ciclo normal; catorce lo hacen en cuatro años; seis lo finalizan en cinco o más, y el resto -51 alumnos- no lo terminan, el problema es crítico y preocupante cuando se conocen las investigaciones que presentan a las matemáticas, la física y la química como materias de un destacado índice de reprobación y la inadecuada preparación de los alumnos para desempeñarse en sus estudios profesionales por el insuficiente dominio del lenguaje y de las materias antes mencionadas.

Los estudios de Carrillo, Martínez y Rojano, (1993), indican que para el año de 1988 el índice de reprobación en Química I se había mantenido prácticamente constante, siendo el promedio de acreditación de 62.8 por ciento, y el de no-acreditación de 37.2 por ciento. Los esfuerzos empleados para que los alumnos superaran su situación de reprobación fueron poco exitosos ya que la eficiencia de los exámenes extraordinarios fue del 13.5 por ciento, el porcentaje de deserción del 38 por ciento, cifra que representó más de dos veces y media el número de aprobados y que en años anteriores el panorama era muy similar al antes descrito. La preocupación más grande que debe ocuparnos es que estas cifras no presentan desviaciones significativas comparadas con otros centros escolares, tales como la preparatoria, vocacionales o escuelas afines hasta entre los niveles de secundaria y educación superior, lo cual es un indicador sumamente desalentador para la economía del país, si consideramos que los actuales estudiantes serán los expertos que guardaran y explotaran la riqueza del país en las condiciones que les permita su formación.

Coll, (1990) y García Madruga (1990) citados por Rigo y Cols. , op cit., (1996) afirman que el desarrollo de las capacidades intelectuales de los alumnos es producto de las condiciones culturales donde ocurre la actividad cognoscente, más que de una evolución espontánea de los alumnos como tradicionalmente se espera, lo cual nos lleva a reflexionar sobre las condiciones adecuadas o inadecuadas que rodean a los alumnos. Por otro lado, en niveles educativos de tipo propedéutico donde se induce a los alumnos a tomar una dirección profesional, la educación está ligada a los proyectos institucionales sobre el crecimiento económico y productivo por lo que una contradicción entre estas intenciones y las intenciones del proyecto educativo da como resultado una baja calidad en su proceso.

A diferencia de otros tiempos donde la calidad educativa estaba definida en relación del dominio de contenidos de un determinado campo cognoscitivo y sus respectivas traducciones en habilidades y destrezas sobre un determinado puesto ocupacional; la calidad educativa esperada hoy en día se refiere a un fenómeno mucho más complejo en el que se

“...asegura la adquisición de conocimientos significativos y el desarrollo de capacidades que permite al sujeto concebirse como inmerso en una realidad social de la que es parte activa y frente a la cual se desempeña no sólo como experto del conocimiento en un ámbito específico sino como ciudadano competente...” (Gómez, Smith y Valle, 1990, pag.25),

Sin embargo, la intencionalidad de este postulado, si bien esta dirigido a darle a los escolares una mayor formación como estudiante y ser humano, hay una nebulosa percepción de que la organización curricular, la infraestructura y las condiciones de crecimiento de la población escolar obstaculizan la transformación del sistema porque los dos primeros factores obedecen a propuestas caducas que no responden al crecimiento económico y las condiciones de crecimiento escolar obligan a una educación masiva.

El panorama deficiente de la educación sólo es el resultado parcial de la falta de calidad en la enseñanza y el aprendizaje de los alumnos, quienes se encuentran sumergidos en un mundo complejo y confuso sobre las direcciones y acciones que deben tomar para su desarrollo y formación. Carlos Muñoz Izquierdo y Sonia Lavín (citados por Gottdiener y Cols. , op.cit., 1996) consideran que la práctica social externa y la interpretación de las causas del rezago escolar establecen una relación "correspondencia-contradicción" que está relacionada con una serie de problemas como: reprobación, acreditación mediante examen extraordinario, abandono temporal, etc., por lo que es conveniente estudiar el rezago dentro del proceso escolar en conjunto e intentar hacer una síntesis de la problemática, Rigo, Díaz, García, Fernández y Muria, (1996), Gottdiener, y Cols., op.cit., (1993), Rodríguez, (1993), Sirvent, (1979) y Carrillo y Cols. op.cit., (1993) reportan que algunos de los problemas más relevantes que inciden en la deficiencia educativa, de acuerdo a la investigación internacional y nacional particularmente en las ciencias naturales, son los siguientes:

### **Las generadas por el exterior.**

- 1) Los alumnos que ingresan a las escuelas de nivel medio superior llegan con una formación e información insuficiente, errónea y fragmentada, sobre los contenidos que debieron obtener previamente; los conocimientos adquiridos son "ráfagas" de información y están inconexas lo cual imposibilita una organización conceptual coherente y lógica en la mente de los estudiantes que responda a las exigencias cognitivas del aprendizaje orillándolos al fracaso escolar.
- 2) Las condiciones sociales y económicas de los alumnos que forman parte de los CCH, como de la gran parte de la población, limitan sus posibilidades para adquirir materiales de consulta; una alimentación suficiente y de calidad; desplazamiento de lugares lejanos o a ciertos horarios, entre otros, ocasionando no utilizar todo su poder de concentración cuando tienen que dividir su atención entre los deberes escolares y los problemas familiares que la falta de liquidez provoca.
- 3) La necesidad de incorporarse al aparato productivo familiar para apoyar el mantenimiento o porque en muchos de los casos son cabeza de familia a temprana edad debido a la falta de uno o ambos padres o bien a su insuficiente capacidad como proveedores.
- 4) La integración o desintegración familiar que impide al alumno tener un desarrollo psíquico y emocional acorde a su adolescencia o el poco o nulo apoyo académico que puedan recibir en su casa, tomando en cuenta que en 1992 el nivel de escolaridad de los padres era del 45% con estudios de primaria; 20% de secundaria y únicamente un 7% con estudios de licenciatura

- 5) El contexto social en el que se desenvuelve y de las posibilidades de adaptación e integración del estudiante de cuyo éxito depende la autoestima que lo sostenga para el logro de sus metas.

### Las generadas en el interior del plantel.

- 1) Una visión fragmentada y reduccionista de las ciencias naturales que aparece reflejada en el currículum en los textos escolares y las prácticas educativas. Estas ciencias suelen enseñarse con una aproximación positivista, ahistórica y rígidamente experimental.
- 2) La enseñanza descriptiva y factual como método predominante donde el alumno tiene que memorizar de manera inconexa los contenidos propiciando una situación de aprendizaje receptivo-repetitiva, carente de significado y poco motivante.
- 3) El desconocimiento de la comunidad escolar sobre los procesos de construcción del conocimiento, específicamente de contenidos químicos o de otra naturaleza y del papel del adolescente como aprendiz y actor social.
- 4) La participación del profesor, su posición teórica, historiográfica o el paradigma científico en que se ubica, las representaciones que se hace del alumno y del acto educativo y su propia posición social que continúan dirigiéndose en una línea tradicional de la enseñanza.
- 5) La incapacidad de la mayoría de los adolescentes para desplegar su funcionamiento intelectual reflexivo, flexible y objetivo, que le permitan desempeñarse como un pensador crítico y creativo. Esta incapacidad implica que en los alumnos se manifieste poco o nunca sus potencialidades y características del pensamiento como:
  - El carácter hipotético-deductivo del pensamiento,
  - Su capacidad de análisis y crítica personal y ajena sobre las ideas propuestas,
  - La posibilidad de comunicar verbal o simbólicamente sus ideas y razonamientos
  - La posibilidad de ser consciente de su propio pensamiento (de su proceso y sus productos intelectuales y afectivos) y la reflexión sobre éste.
- 6) La percepción distorsionada que los alumnos tienen de sí mismos como constructores de su formación (autodevaluación o sobrevaloración, inconsciencia de sus propias limitaciones, etc.) y de la acción que el medio ambiente ejerce en ellos para propiciar su aprendizaje.

- 7) La falta de metas administrativas orientadas a satisfacer las educativas, no anteponiendo las necesidades políticas o presupuestales del sistema educativo. Por lo regular los apoyos que sustentan los logros académicos llegan desfasados en tiempo y minimizados monetariamente, lo cual implica que en el cumplimiento de las acciones pedagógicas se tengan que realizar cambios constantes o adaptaciones a las condiciones ambientales existentes, en lugar de que éstas sean el resultado de la planeación anticipada del quehacer pedagógico.

La química como todas las ciencias básicas que pretenden ser enseñadas en las escuelas tiene que batallar en este contexto. El problema fundamental es que siendo la base del progreso futuro, porque las oportunidades laborales están basadas en los jóvenes portadores de este conocimiento, la predicción es que el desarrollo y producción de los mismos conocimientos y los beneficios que podemos tener de ellos son casi nulos. En los siguientes párrafos se describe un panorama general de las condiciones de enseñanza, específicamente, de la química.

### **1.2.2 De los problemas de la enseñanza de la química.**

Los académicos, investigadores y autoridades del Colegio de Ciencias y Humanidades no son ajenos a los problemas antes descritos, evidencia de tal situación son los trabajos realizados mediante los programas: de apoyo a materias de alto índice (**PAMAIR**) (compilación realizada por Batllori y Bañuelos, 1993); sistema de laboratorios para el desarrollo y la innovación (**SILADIN**); apoyo a proyectos institucionales de mejoramiento de la enseñanza (**PAPIME**), así como los trabajos presentados en el 2o. congreso nacional de investigación educativa (Rigo 1996), cuyas investigaciones realizadas por los maestros del CCH se relacionaban fundamentalmente con la enseñanza, el aprendizaje del método experimental y con el aprovechamiento de los alumnos en el mismo aspecto, así como algunos otros apoyos.

Sin embargo a pesar de que son esfuerzos cada vez más extensos y productivos, se considera que existen dos problemas fundamentales, que de alguna manera imposibilitan su máxima eficiencia, mismos que hay que observar.

Primero, las acciones que se realizan obedecen a un objetivo o meta particular de un o un grupo de investigadores, por lo que una vez terminada la investigación es poco probable su inclusión dentro de la vida académica por la mayoría del cuerpo docente. Se estima, aunque sería tema de otra tesis, que es necesario una definición clara de las metas escolares y la teoría subyacente para lograrla, de manera que los esfuerzos y las creencias de las personas involucradas en los centros escolares tuvieran una conceptualización homogénea de hacia donde dirigir sus acciones.

Segundo, existe poca información y evaluación sobre las condiciones académicas de las escuelas de educación media superior en el país, los factores causales de estas condiciones y las reales están disociadas unas de las otras, por lo que los trabajos que se realizan para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje se efectúan sin bases serias que dirijan sus pasos en un camino más coherente, seguro, productivo y sin fragmentaciones, de tal manera de no producir el efecto de un sedante con lo que la información obtenida se diluye.

Los maestros e investigadores del nivel bachillerato en diversos estudios han planteado algunas propuestas para mejorar las condiciones de rezago escolar de las cuales se puede concluir que es necesario:

- a) Recontextualizar el programa de estudios y el diseño curricular para darle *mayor coherencia y congruencia a la secuencia temática.*
- b) Tomar en cuenta las características del adolescente no sólo en el plano cognitivo que lo dirija a verdadera construcción del conocimiento significativo, sino en el plano afectivo que le permita mejorar su autoestima y relación social entre sus compañeros y con sus maestros.
- c) Identificar plenamente las orientaciones vocacionales de los aspirantes a ejercer la carrera de química y considerar sus inclinaciones hacia el área.
- d) Proporcionar apoyos adicionales para el desarrollo de las habilidades en el lenguaje como proceso de comunicación y de su uso, aumentando su vocabulario y formas de expresión.
- e) Mejorar la infraestructura de los planteles de manera que sean prácticos y útiles para la formación del pensamiento científico necesario en la enseñanza de la química, tanto en los salones de clase como en los materiales proporcionados para la enseñanza del contenido.

Desde 1993 se viene diseñando una nueva propuesta curricular para los CCH, (Rigo, et.al., 1996) implantada en el ciclo escolar 1996-97 y de la cual se mencionan algunos aspectos básicos de interés para esta investigación. Por un lado, como en todo cambio curricular, es necesario observar su pertinencia desde dos puntos de vista: la estructura metodológica en el aspecto administrativo y en el aspecto académico, la atención de este trabajo se dirige a este último aspecto.

De acuerdo con Bazán, (1995), citado por Rigo, et.al. al., 1996, el bachillerato del CCH fue concebido para impartir cultura básica -contraria a la postura enciclopedista- en la que se seleccionen los contenidos esenciales y básicos constituidos por los núcleos de la cultura.

En este programa nuevo se espera que los alumnos tengan oportunidades para pensar por sí mismo, expresarse y hacer cálculos, poseer una cultura científica y humanística que se aprenda de forma significativa en relación con situaciones cotidianas afines a los estudiantes.

Los métodos seleccionados como esenciales para abordar el estudio de las disciplinas son:

- a) "Los instrumentos de análisis de las disciplinas que se apoyan sobre las estrategias lógicas, los razonamientos matemáticos y la construcción de los modelos complejos de retroalimentación. ...
- b) ...Las aplicaciones prácticas de las disciplinas, orientadas a las posibilidades de aplicación y utilización en el dominio de la actividad productiva o profesional. La obligación de encontrar aplicaciones tiene un fuerte impacto en el modo como se estructura la organización, la investigación y los currículos de estas disciplinas y en específico

El área de ciencias experimentales pretende que los contenidos de aprendizaje se encuentren actualizados respecto a los avances científicos y tecnológicos actuales y en estrecha vinculación con aspectos sociales, así mismo constituye una meta de esta área el incremento de vocaciones para el estudio de las carreras científico tecnológicas. Para garantizar el éxito del estudiante al enfrentar el aprendizaje de los contenidos propios de ésta área es necesario que en la cultura del bachiller se incorporen conocimientos, métodos, habilidades y actitudes que favorezcan una interpretación de la naturaleza a través de la ciencia, más lógica y mejor fundada, que disminuya la incidencia del pensamiento mágico y doctrinario como explicación del mundo real." (Rigo, 1996, pags. 15-16)

Las posturas teórico-metodológicas que deben fundamentar los procesos de enseñanza y aprendizaje dirigidos a obtener alumnos con las características antes mencionadas y que apoyen psicológica y pedagógicamente a los maestros para realizar un trabajo congruente con la filosofía y políticas del programa propuesto, deben tener planteamientos convergentes al mismo programa; la postura constructivista del aprendizaje escolar parece ser la respuesta más acorde a estas necesidades en el plano psicopedagógico, como veremos más adelante, porque propicia la coincidencia de varias posturas epistemológicas bajo el principio de la importancia de la actividad constructiva del alumno en la realización de los aprendizajes escolares; promueve el desarrollo de la inteligencia y el pensamiento como mecanismos para la adquisición del conocimiento significativo y admite el carácter social, afectivo o endógeno del aprendizaje. En los siguientes párrafos se describen los apoyos que la teoría constructivista puede proporcionar a la enseñanza de la química.



### 1.2.3. De las bases psicopedagógicas

Los principios de la teoría constructivista que tienen aplicaciones en el quehacer pedagógico cotidiano y que compaginan con los principios del *currículum del CCH* están bien resumidos en las tres ideas fundamentales que Coll, (1990) citado por Rigo, (1996, pags. 18-19) señala en torno a la concepción constructivista:

- a) "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, sucediendo que, puede ser un sujeto activo cuando manipula, explora, descubre o inventa, incluso cuando lee o escucha la exposición de los otros.
- b) La actividad mental constructiva del alumno se aplica a contenidos que poseen ya un grado considerable de elaboración, esto quiere decir 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 es en realidad el resultado de un proceso de construcción en el ámbito social, los alumnos y profesores encontrarán en buena parte los contenidos curriculares ya elaborados y definidos.
- c) 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 que se acerca en forma progresiva y comprensiva a lo que significan y representan los contenidos curriculares como saberes culturales.
- d) La función del docente es engarzar los procesos de construcción del alumno con el saber colectivo culturalmente 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 orientar, explícita y deliberadamente dicha actividad."

Estos principios dirigen las estrategias de los maestros para la enseñanza y las de los alumnos para su aprendizaje a incidir en la selección, organización y transformación de la información de muchas y muy diversas formas, estableciendo relaciones entre la información nueva y la previamente adquirida, de manera que la representación mental reconstruida en la mente de los alumnos sea un modelo significativo para él pero lo más cercano posible al propuesto por el experto.

Este paso de una situación mental "a" a una situación "b" implica un esfuerzo importante de las capacidades de adaptación y aceptación conceptual de los alumnos al introducir nuevos elementos o bien estableciendo nuevas relaciones entre dichos elementos. En este desarrollo juega un papel importante la participación del proceso instruccional y los materiales de apoyo que se utilizan para promover la reconstrucción de las ideas o para reforzar las ideas reconstruidas.

A este proceso se le ha dado el nombre de "aculturación", porque los alumnos forman parte de una especie de comunidad o cultura de practicantes donde el proceso de enseñanza se orienta a los estudiantes a través de prácticas auténticas, mediante actividades culturalmente relevantes y procesos de interacción social similares al aprendizaje artesanal, estas acciones están inmersas en una dinámica sociocultural al estilo Vygotskyano, provocada por una instrucción anticipada donde el maestro –experto– previno las ayudas necesarias para el alumno –novato–, permitiendo la negociación mutua de significados hasta llegar a un acuerdo. (Rigo y Cols., op.cit., 1996).

Bajo estas consideraciones teóricas, el presente trabajo pretende ser una aportación más para el descubrimiento de formas que propicien las modificaciones conceptuales de los alumnos y que apoyen a los maestros a su propia transformación y a la aplicación de técnicas innovadoras que faciliten su papel de negociador de ideas.

Aún cuando el interés descrito en el documento está centrado en el uso de la computadora como asistente de la enseñanza de la química, cabe aclarar que la intención va más allá de evaluar la acción de la máquina como variable aislada, pretendiendo entenderla como parte del contexto sociocultural en el que esta inmersa. Son conocidos los esfuerzos de investigación que se han hecho en torno a la acción de la computadora por lo común han sido en cuanto a su impacto como material de apoyo, pero poco se ha podido clarificar su participación como promotor de un aprendizaje significativo, valiéndose de un software de diseño elaborado para obtener un aprendizaje construido que se base en transformaciones conceptuales.

Uno de los problemas trascendentales para la enseñanza de la química es que la naturaleza de la disciplina implica una infraestructura y materiales didácticos muy diversos que ocupan largos tiempos de elaboración y argumentación para comprenderlos, es decir, los experimentos realizados pueden tener diferentes explicaciones y los alumnos pueden cometer variados errores, lo cual implica un intercambio de ideas minucioso y exhaustivo que por lo general no puede ser llevado a cabo por los tiempos establecidos en los horarios de clase. Es imposible para los estudiantes adquirir hoy en día todas las habilidades que necesitan para el siglo XXI, cuando ejerzan su profesión sin embargo la tecnología puede ofrecer un apoyo eficaz por su característica especial de simular contextos del mundo real, conectar comunidades de aprendices entre escuelas, comunicar a estas comunidades con practicantes del mundo y beneficiarse de su experiencia, indispensable para un aprendizaje cognitivo.

Lo que parece una práctica educativa muy alejada de la realidad, va a alcanzarnos muy rápidamente en los últimos años debido al desarrollo de la tecnología y de la incursión de ésta en los ambientes laborales, estas características son interrelacionadas, interactivas e independientes y el maestro al asumirlas tiene que adoptar un nuevo papel que implica cambios de mentalidad y apoyos más sofisticados que aminoren la carga que puede ser pesada, la tecnología innovadora puede ser ese apoyo pero, sobre ella, debe entenderse que su papel que va más allá que el de un producto de consumo elitista o un sustituto del maestro.

La siguiente sección incursiona en las posibilidades del uso de la computadora como el mecanismo tecnológico más importante, y su utilización como herramienta para la enseñanza y el aprendizaje.

### **1.2.4 De la función de la computadora en la educación.**

La incursión de la computadora en las escuelas ya no es una posibilidad remota, sino una necesidad urgente; la exploración de sus cualidades para un aprendizaje constructivo cada vez es más importante. Jonassen, (1995) señala que si se aceptan como principios rectores de la educación las suposiciones subyacentes a un aprendizaje constructivista, la computadora puede apoyar de manera efectiva las cualidades del aprendizaje significativo lo que representa:

- a) **Actividad.**- Los alumnos se involucran en un proceso de aprendizaje, siendo ellos mismos los responsables del resultado por lo que ellos programan y se autoevalúan solos.
- b) **Construcción.**- Los alumnos acomodan sus ideas nuevas dentro de su conocimiento previo (equilibración) en forma ordenada para darle sentido, significado o reconciliar las discrepancias, curiosidad o confusiones. La computadora exige la intervención del alumno y el programa demanda su participación cognitiva.
- c) **Colaboración.**- El trabajo de los estudiantes para aprender y el conocimiento construido en comunidad es una explotación de las habilidades de cada uno por otros, con el que se provee un apoyo social, modelación y observación de la contribución de cada miembro.
- d) **Intencionalidad.**- Los estudiantes están, activa e intencionalmente, intentando adquirir un objetivo cognitivo (Scardamalia y Bereiter, 1993/1994 citado por Jonassen, op. cit., 1995) y la computadora apoya cien por cien esta actividad.
- e) **Comunicabilidad.**- Porque el aprendizaje es un proceso dialógico social (Duffy y Cunningham, en prensa, citado por Jonassen, op. cit., 1995) en el que los estudiantes se benefician más por ser parte de una construcción de conocimiento comunal en y fuera de clase. La computadora es un sistema de comunicación muy eficiente que permite al alumno tener acceso a acervos de información muy amplios y atractivos, pero además ofrece la oportunidad de interactuar con otros novatos y con el experto haciendo un papel de mediador que resulta excelente ya que satisface las necesidades cognoscitivas de los participantes.

**f) Contextualizada.**- Las tareas de aprendizaje están situadas en alguna labor significativa del mundo real, o simulada a través de algún caso-base o problema-base del ambiente de aprendizaje.

**g) Reflexivo.**- Porque los alumnos articulan que ellos han tenido un aprendizaje y que éste se refleja en los procesos y decisiones que están establecidos por los procesos cognitivos.

Al conceptualizar a las computadoras como algo más que un hardware que puede comprometer a los estudiantes poderosamente, se pueden diseñar en ellas estrategias cognitivas de aprendizaje, habilidades de pensamiento crítico y replicar o aplicar técnicas.

También es importante entender que la tecnología al servicio de la educación puede ser cualquier ambiente o definición de actividades que están intencionalmente diseñadas para comprometer a los estudiantes en la construcción de su conocimiento, en hacer significados y que en la construcción del conocimiento no lo apoyan tecnologías usadas como conductoras de la instrucción que controlan y prescriben todas las interacciones de aprendizaje, sino que la apoyan mejor cuando el aprendiz inicia y controla las interacciones y cuando estas interacciones con la computadora son conceptual e intelectualmente comprometidas.

Las tecnologías deben ser equipos de herramientas que ayuden al estudiante a solventar los requisitos de funcionalidad intelectual de acuerdo con lo que los requerimientos del aprendizaje para el contenido que debe estudiar. Los estudiantes y las tecnologías pueden ser patrones intelectuales, porque en la ejecución de las tareas las responsabilidades cognitivas son distribuidas de acuerdo a los patrones que a cada uno les toca y así la ejecución es mejor.

Jonassen, Campbell y Davidson, (1993) citados por Jonassen, op.cit., (1995) señalan un punto relevante sobre el uso de las computadoras y es que a través del tiempo éstas han sido utilizadas como vehículos deliberados o controladores de la instrucción excluyendo la participación de los maestros o aislando la participación comunitaria y en la mayoría de los casos en las escuelas se subutiliza porque sólo sirve como procesador de texto o para que los alumnos conozcan únicamente el uso del hardware. Sin embargo muchos investigadores están de acuerdo en que las computadoras pueden ser usadas como facilitadores del pensamiento y en la construcción del conocimiento por las razones que a continuación se detallan (Donasen, op. cit., 1995):

- La tecnología debe concebirse como herramienta para: acceder información; para representar ideas, comunicarlas a otros y para generar productos.
- La tecnología como patrón intelectual o herramienta mediadora sirve para articular lo que los estudiantes aprenden y representar su conocimiento, para

reflejar lo que ellos han aprendido y como llegan a otro conocimiento; apoyar la negociación interna para hacer significados; construir representaciones personales con significado y pensamientos significativos.

- La tecnología debe ser usada como contexto para representar y simular significativamente problemas del mundo-real, situaciones y contextos; representar creencias, perspectivas, argumentos e historias de otros; definiendo un problema espacial controlable para el pensamiento del estudiante y apoyando discursos en la construcción comunal de los estudiantes.
- La tecnología debe ser más que una ayuda para las actividades humanas debe entenderse como una extensión de la funcionalidad humana, es decir, como herramientas cognitivas o mediadoras que debe comprometer a los estudiantes en actividades que requieran tomar decisiones por sí mismos sobre la operación de la propia máquina -en una gama de posibilidades múltiple-, para dar la solución más acertada y eficiente al trabajo que deben realizar.

Este proceso apoya, guía y extiende los procesos del pensamiento de los usuarios. La tecnología vista desde estos puntos de vista propicia que los estudiantes construyan su conocimiento porque desarrolla el pensamiento crítico que les permite aplicarlo en una variedad de dominios del conocimiento. Herramientas como las bases de datos, redes semánticas, sistemas expertos, conferencias vía satélite, multimedia o hipermedia, internet, etc. amplían las posibilidades de un pensamiento más profundo y concisamente construido y les ofrece tener un pensamiento construido en ambientes enriquecidos por ellos mismos. (Lajoie y Derry, op.cit., 1994; Jonassen, op.cit., 1995, Jay, 1982)

Evidentemente el uso de tecnología avanzada sólo puede funcionar en escuelas con mentalidades pedagógicas avanzadas, no puede funcionar en contextos escolares tradicionales lo cual implica el cambio de roles de los usuarios, sean maestros o alumnos; también implica la modernización y esfuerzo de los proveedores pero sobretodo pensar en una nueva organización tanto académica como administrativa de la escuela, por lo que se debe realizar un cambio revolucionario que coloque a la escuela a la vanguardia de los patrones establecidos para este nuevo esquema.

El uso de las tecnologías, en especial la computadora, se han extendido también en las escuelas de México y en todas las áreas del conocimiento, aunque los esfuerzos son incipientes, Spoor, (1987) nos indica que las computadoras empezaron a utilizarse en México en 1958, año en que se instaló la primera en el centro de computación de la UNAM. Durante los siguientes 20 años las computadoras sólo fueron utilizadas en las universidades por razones presupuestales pero a mediados de los 70's, después del surgimiento de las microcomputadoras estadounidenses, escuelas particu-

lares de la ciudad de México empezaron a utilizarlas, aproximadamente en 1978 la escuela secundaria y preparatoria de la ciudad de México adquirió una microcomputadora con menos de 8k bytes de memoria y sin unidad de disco, con la que formó un club de aficionados a la computación y aunque fue todo un éxito sus actividades fueron extracurriculares.

En 1979 el maestro Emmanuel Jinich hizo el primer intento de usarla como material de apoyo con sus alumnos de secundaria en horas clase, se apoyó con programas elaborados por él mismo sobre matemáticas. En 1980 la maestra Cunera S. de Campos repitió la hazaña de Jinich pero para la enseñanza del inglés. A raíz de los destacados éxitos de estos maestros en el aprendizaje de sus estudiantes y por la actitud de los alumnos que mostraron mayor interés, comunicación con los demás y autoestima se desarrollaron muchos proyectos entre los que se destacan: el proyecto Sócrates, el proyecto Galileo, el proyecto microSEP y los proyectos realizados por IBM, el I.T.E.S.M. e Interelectrónica Educativa.

En la actualidad el crecimiento del desarrollo computacional aplicado a las escuelas es verdaderamente acelerado, muchos maestros crean softwares mejor elaborados para apoyar sus cátedras y en el mercado pueden encontrarse una variedad amplia de materiales que apoyaran ampliamente la formación de los alumnos. (Vázquez y Reyes, 1992; Martínez y Nuñez, 1992, Radlow, 1987; Viader, Martínez, Villalobos, Pichardo y Barrera, Spoor, 1987)

Sin embargo, al respecto, es justo hacer una reflexión al discurso antes expuesto, si bien el consenso general sobre el uso de la tecnología nos indica que esta es un recurso valioso para el desarrollo intelectual de los estudiantes, es importante señalar que la tecnología por sí misma no es la panacea de todos los males que aquejan la labor educativa. La tecnología depende del contexto y la aplicación como cualquier material de apoyo, ésta tiene el papel de ser un instrumento que le ayude a los estudiantes a comprender el mundo e interpretar lo que está pasando en cada punto del tiempo

El punto es que a diferencia de otros materiales, la tecnología cambia aceleradamente la concepción sobre el conocimiento y sobre como adquirirlo, porque:

- a) Representa arte y ciencia, es decir, intenta dar una educación más confortable, precisa y divertida pero compromete al usuario en una vida educativa;
- b) Evoluciona decrementando sus costos porque el número de usuarios es cada vez más;
- c) En esencia, la computadora no es buena ni mala, está diseñada para mejorar la educación pero puede ser mal o bien manejada de acuerdo a los intereses creados por el ambiente;

- d) La computadora no está diseñada para reemplazar a un buen maestro, sino para ayudarlo a diseñar programas basados en una interacción personal donde mientras la máquina lo releva de realizar un aburrido recordatorio, clase ejercicio, práctica, etc., el maestro puede dedicar más tiempo a la retroalimentación personal con los estudiantes que lo necesitan, y
- e) La computadora puede personalizar y humanizar la educación, porque los estudiantes obtienen instrucción individualizada. (Jay, op.cit., 1982), por lo tanto los contextos donde se desenvuelven también deben cambiar y convertirse en actores interdependientes. En otras palabras, el maestro y/o usuarios deben adaptarse a los avances de la computadora y diseñar programas inteligentes que apoyen las creencias pedagógicas que sustentan su quehacer cotidiano para que la computadora sea un apoyo realmente eficiente.

A partir de las anteriores afirmaciones debemos atender otro aspecto importante que es la relación economía-educación. Benitez, Galicia y Jiménez (1998), consideran que desde siempre se ha reflexionado en que los aspectos relacionados con la estructura educativa y la capacitación son determinantes del crecimiento y un indicador fundamental del grado de desarrollo económico y social, por lo que la sociedad dedica a la docencia, al hablar del desarrollo económico del país y la educación se inclina a pensar que la relación se produce únicamente entre la educación superior y el sector productivo dado que, el primero, es el sector que provee los insumos del mercado laboral.

Debemos entender dos problemas fundamentales originados en la complejidad de nuestra realidad nacional: la necesidad de los alumnos de ingresar, cada vez a una temprana edad al campo laboral, obligándoles a ser estudiantes de medio tiempo o abandonar sus estudios terminando el bachillerato, si no es antes, y por otro lado, la evolución y desarrollo acelerado de los conocimientos y tecnologías que obligan a las instituciones a cambiar su *orientación educativa* hacia estrategias más acordes a las exigencias de los empleadores y hacia las necesidades de crecimiento económico nacional. (Kent, 1996)

Por esta realidad el bachillerato se ha enfrentado a la necesidad de jugar un doble papel, su función propedéutica para los alumnos que seguirán estudios de educación superior y su función "psudoterminal" que les proporcione alguna preparación para poder desempeñar alguna actividad productiva o en el mejor de los casos, para ser capaces de desarrollarse socialmente y aprender dicha actividad en el trabajo mismo. La contradicción de las formas administrativas de organización y la realidad antes descrita indica que es imperativo vincular las unidades económicas y sociales con las organizaciones educativas a través de nuevos métodos y escenarios para enseñar y aprender. (Universidad Futura, op.cit, 1995)<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Revista Universidad Futura, 1996, Vol 7(19). Esta revista publicó un análisis sobre PIDE de donde se sacaron los datos en cuestión.

La propuesta más reciente en la investigación psico-pedagógica abocada a dar solución al problema que nos ocupa es denominada **ambientes de aprendizaje**, la cual consiste en la transformación de los salones de clase tradicionales en comunidades de aprendizaje y de interpretación. La concepción del “aprendizaje situado” y las “prácticas auténticas” dan pie a que los principios psicopedagógicos hagan énfasis en el desarrollo de las capacidades de “pensar” y “aprender” sobre dominios específicos, dentro de una dinámica de cooperación que enaltece el aprendizaje colectivo y cuya intermediación de las nuevas tecnologías de comunicación permite tener acceso, aunque sea indirecto con saberes externos, que obligan a extender los alcances del manejo de la información escolar. (García y Villanueva, 1998)

El diseño de “comunidades de aprendizaje” permite aprovechar los medios electrónicos de comunicación para:

- a) Apoyar el quehacer pedagógico de los maestros y ampliar las oportunidades de los alumnos para manejar más información y con mayor precisión,
- b) Ampliar el panorama de las explicaciones de los hechos de manera que permitan a los aprendices tener una idea integral y profunda sobre las situaciones,
- c) Redefinir el papel de maestros y alumnos considerándoles a ambos, aprendices relativos y graduales de los contenidos,
- d) Redefinir la función y estructura del sistema escolar con un soporte más sólido de sus sistemas de comunicación e información.

La planeación dirigida a estos ámbitos educativos permitiría evitar que exista un desperdicio de recursos de inversión social y la generación de sentimientos de frustración en la sociedad cada vez que un estudiante abandona sus estudios o los concluye sin las calificaciones apropiadas o mínimas necesarias, o que un trabajador abandona la fuerza laboral activa por motivos de reestructuración.

De igual manera, en condiciones de escasez creciente de recursos los fondos destinados a la formación de recursos humanos, a la investigación científica con fines diferentes a los que la sociedad requiere en determinado momento, es una inversión que no tiene contraparte óptima, porque al mejorar las condiciones de los sectores académicos también se afectan las de quienes dependen del soporte educativo y tecnológico de las instituciones.

En abril de 1996, se reunieron en el CIBC Leadership Centre en la ciudad de King, Ontario algunos investigadores canadienses que pretendieron integrar la visión de aprendices para el siglo XXI. Como el lector puede darse cuenta la planificación de la enseñanza ya ha empezado pero con un espíritu visionario que prevee las necesidades de la próxima centuria.



Las suposiciones que llevo a los estudiosos a desarrollar el concepto de ambientes de aprendizaje son los puntos medulares que apoyan procesos de cambio y que se retoman en la propuesta de esta tesis, estas se expresan en los siguientes párrafos: (traducción realizada del documento original)

### **Características de las comunidades de aprendizaje.**

- Los valores sociales deben fomentar y apoyar la continuidad en las escuelas, en el lugar de trabajo, en las comunidades y las familias.
- El conocimiento y el aprendizaje son mejores fundamentos sobre que tan bien está la sociedad y la economía del país. *Conocimiento y sabiduría* son los mejores bienes de los individuos y las comunidades.
- Una legítima y efectiva comunidad de aprendizaje puede proveer adecuados recursos para el mismo y un equitativo sistema para allegarse de estos recursos.

### **Características de los aprendices.**

- El proceso de aprendizaje es innato y continuo a través de la vida. Las experiencias en la niñez y la juventud cimientan el aprendizaje a través de la vida.
- Para la gente de todas las edades el aprendizaje es una parte integral de su esparcimiento y de su trabajo.
- Tienen una capacidad para aprender que siempre está afectada por varias condiciones y situaciones sociales, económicas y físicas.
- La gente tiene una variedad de necesidades de aprendizaje relativas a sus *personales intereses, sus familias, sus comunidades y su trabajo*. Estas necesidades requieren desarrollo personal, social y responsabilidades cívicas, así como, el placer cultural y continuidad del aprendizaje con relación a su trabajo y carreras.
- La gente aprende a diferente velocidad y por diferentes estilos, en diferentes situaciones y en diferentes tiempos.

### **Características de los sistemas de aprendizaje.**

- *En una sociedad cuyos cambios son significativos y rápidos, los sistemas de aprendizaje deben ser accesibles, flexibles, contestatario, diverso y balanceado en sus políticas y en sus aproximaciones.*
- Un efectivo sistema de aprendizaje presenta aprendices con una variedad de patrones: a) filiación institucional, b) servicios para los maestros y recursos humanos, c) acceso a las tecnologías. Estos patrones varían de acuerdo al

contexto, los principios de aprendizaje, las necesidades y estilos del aprendizaje.

- Los niveles escolares, desde el preescolar hasta la universidad, deben mejorarse y extenderse para formar relaciones y patrones con la comunidad escolar, (por ejemplo, otras escuelas), con instituciones, empresas y asociaciones fuera del sistema formal, (por ejemplo, instituciones culturales, negocios, grupos comunitarios, etc.). Las fronteras entre escuela, trabajo, y comunidad se disuelven o suavizan para apoyarse mutuamente unas con otras.
- Los maestros tienen nuevos roles y responsabilidades como patrones institucionales y tecnologías de aprendizaje involucrados.
- Las comunicaciones y la información tecnológica, son tecnologías transformadoras con poderoso impacto sobre la sociedad y profundas implicaciones para el aprendizaje y sus sistemas.
- Un efectivo sistema de aprendizaje habilita a) la participación de todos los sectores de la sociedad, incluyendo al sector privado, b) el sabio manejo de los recursos, c) el uso de información tecnológica para ampliar los esfuerzos, d) servicios efectivos y eficientes, y e) una apropiada inversión de recursos en todas las formas de aprendizaje.
- La calidad de nuestros sistemas de aprendizaje y procesos se enriquecen y mejoran al usar los conocimientos y habilidades adquiridos por experiencia, innovación e investigación.

Las comunidades de aprendizaje con estas características pueden identificarse en dos niveles, la comunidad dentro de la escuela que involucra la interacción de los elementos que la conforman y las comunidades externas, familia y empresa, cuya estructura y procesos, también en constante interacción, tienen que estar concatenados con los de la escuela.

Como resultado de las suposiciones antes descritas se considera que la computadora es un material importante de utilizar para apoyar una enseñanza constructivista y más aún es sumamente provechoso para la enseñanza de la química por sus características tecnológicas que la hacen favorecer un cambio conceptual efectivo en los alumnos cuando pueden, con sus propios recursos, simular el mundo en que viven y proporcionar información variada en un ambiente culturalmente organizado para adquirir conocimientos y desarrollarse personalmente.

### **1.3 Planteamiento del problema**

El producto que se espera obtener del trabajo de investigación en esta tesis es un software educativo cuyo diseño instruccional estuviese estructurado sobre los avances teórico-metodológicos derivados de la psicología cognoscitiva, así como arreglar las condiciones ambientales en el salón de clase, cuyo efecto en los estudiantes,

ueran capaces de promover el cambio conceptual en alumnos de la materia de química, esto es, modificar lo que sabían previamente sobre las características de los elementos, mezclas y compuestos químicos hacia lo que esperaba el maestro deberían haber sobre estos contenidos.

A partir de estos propósitos se generaron las primeras preguntas obligadas a la investigación en cuanto al diseño instruccional del software,

*¿Qué características debería tener la interface para garantizar que su intervención promovería el cambio conceptual esperado? y*

*¿Cuáles serían las características propicias que debería tener el arreglo del salón de clases y la interacción de alumnos y maestros para que pudiera lograr dicho cambio?*

Retomando las bases del procesamiento humano de la información; de la perspectiva cognoscitivista de la cual deriva los procesos de construcción individual y social del conocimiento y del aprendizaje asociativo, enfocado en una perspectiva conexionista y constructivista de la enseñanza y del aprendizaje se pretendió dar respuesta a las preguntas anteriores y en consecuencia se diseñó no sólo la interface del software, sino también la organización del ambiente de aprendizaje y la planeación de las secuencias didácticas, como consecuencia de esto se generaron otros cuestionamientos a responder. Si bien la literatura científica muestra resultados siempre exitosos en experimentos similares a este, queda preguntarnos sí:

- *¿Los estudiantes de bachillerato que aprenden con ayuda de un diseño instruccional y un ambiente de aprendizaje bajo estas condiciones logran obtener el cambio conceptual esperado?.*
- *¿Los estudiantes bajo estas condiciones tienen mejor desempeño que los estudiantes que carecen de las condiciones propuestas? y los maestros con formación psicopedagógica-constructivista, a diferencia de los que no la tienen,*
- *¿Obtienen mejores resultados en el aprendizaje de sus alumnos cuando son apoyados por la computadora con un diseño instruccional bajo esta misma perspectiva teórica y un ambiente coincidente?.*

Posteriormente hubo las siguientes cuando se pretendía realizar el diseño instruccional:

- *¿Cómo presentar el contenido en las pantallas de la computadora para que los alumnos logran provocar el cambio conceptual esperado?.*

- *¿Qué formas debería tener el hipertexto para lograr nuestro propósito?*
- *¿Cuál sería la mezcla multimedia más adecuada para el mismo hecho?*
- *¿El diseño de las condiciones de aprendizaje debe estar arreglado para apoyar que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea grupal o individual? y,*
- *¿La interacción entre la máquina y los usuarios debe ser individual o puede ser organizada entre grupos de usuarios?*

Otro problema más emergió del análisis realizado, el procedimiento de evaluación tanto del software como el de su efecto en la promoción del cambio conceptual de los alumnos, los cuestionamientos fueron:

- *¿Qué tipo de procedimientos e instrumentos serían necesarios para evaluar los efectos del diseño en la organización semántica de los conocimientos que el alumno posea al empezar la instrucción y cuál es la ganancia al terminar la misma? y*
- *¿Cuál sería el procedimiento e instrumentos para evaluar el aprecio de los alumnos sobre el uso de la computadora para apoyarlos en su aprendizaje y el de los maestros para apoyarlos en su proceso de enseñanza?*

A partir de estas interrogantes se bosquejaron los siguientes objetivos:

### **1.3.1 Objetivos**

#### **Objetivo General**

Evaluar los efectos de una intervención asistida por computadora diseñada conforme a los principios de la aproximación constructivista, en la organización de la estructura conceptual de un grupo de estudiantes de bachillerato sobre el tema de compuestos en química.

#### **Objetivos Específicos**

- Determinar las preconcepciones de los estudiantes sobre los conceptos de elementos, compuestos y mezclas, su organización semántica y relaciones entre ellos para identificar la organización conceptual con la que cuenta el alumno antes de la instrucción formal impartida por el profesor.

- Medir el impacto del diseño instruccional por computadora en el aprendizaje de los alumnos.
- Realizar un análisis comparativo y cualitativo de los progresos obtenidos en la organización conceptual por tres grupos de estudiantes en relación con los conocimientos adquiridos sobre el tema de mezclas, compuestos y elementos.

### **1.3.2 Contexto general de la investigación.**

Para poder lograr los objetivos se eligió aplicar el diseño experimental en el Colegio de Ciencias y Humanidades plantel sur, a cuatro grupos de estudiantes de la materia de química I en el primer semestre, cuyos objetivos generales eran que los alumnos fueran capaces de:

- Caracterización y experimentación de la reacción de descomposición del agua y las de oxidación, inherentes al estudio del agua y del aire.
- Inferir conceptos básicos de química (elemento, compuesto, estructura de la materia, mezcla, enlace), a partir del análisis de algunas propiedades - densidad, punto de ebullición, punto de fusión, capacidad calorífica y reactividad-, del agua y de los principales componentes del aire, así como explicar los principios que caracterizan esas propiedades.

Desarrollar habilidades y destrezas relativas a la observación, cuantificación e interpretación de fenómenos a través de la realización de investigaciones experimentales y documentales sencillas.

El temario propuesto en el programa de estudios estaba descrito como sigue:

<b>A través del estudio de los temas:</b>	<b>Aprenderás de la química:</b>	<b>Desarrollarás:</b>
<p><b>I. Agua:</b> origen y fuente de la vida.</p> <p>¿Por qué es importante el agua? ¿Por qué el agua tiene esas propiedades?</p> <p><b>II. Aire:</b> El mar de gases en el que vivimos.</p> <p>¿Por qué es importante el aire? ¿Sería deseable otra constitución del aire?</p>	<p><b>Conceptos básicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mezcla</li> <li>• compuesto</li> <li>• elemento</li> <li>• estructura de la materia</li> <li>• enlace</li> <li>• reacción química</li> </ul> <p><b>Conceptos complementarios como:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• capacidad de disolución</li> <li>• capacidad calorífica</li> <li>• puntos de ebullición y fusión</li> <li>• densidad</li> <li>• acidez</li> <li>• combustión</li> </ul> <p><b>Clasificación de la materia:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• de los elementos (tabla periódica)</li> <li>• de los compuestos</li> </ul> <p><b>Formas de trabajo científico:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• métodos de análisis químicos</li> <li>• métodos de síntesis químicos.</li> </ul>	<p><b>Tu capacidad de:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• abstracción</li> <li>• pensamiento crítico</li> <li>• pensamiento analítico</li> <li>• pensamiento analógico</li> <li>• observación</li> <li>• expresión oral y escrita</li> </ul> <p><b>Las actitudes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• crítica</li> <li>• creativa</li> <li>• responsable</li> <li>• respetuosa</li> <li>• solidaria</li> <li>• honesta</li> </ul>

En la entrevista preliminar con los maestros del grupo, se concluyó que el área central que sustentaría el software educativo debería ser el tema I, Conceptos Básicos, mezclas, compuestos, elementos, estructura de la materia, enlace, reacción química y, los conceptos complementarios, esto es, capacidad de disolución, capacidad calorífica, puntos de ebullición y fusión, densidad, acidez y combustión.

En los próximos capítulos se describe el diseño y aplicación del software, además de los resultados obtenidos y conclusiones a las que se llegó después de la investigación realizada para elaborar esta tesis.



## **2. MARCO TEORICO**

### **2.1 EL ESTUDIO DEL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE Y EL CAMBIO CONCEPTUAL COMO BASE PARA LA ELABORACIÓN DE DISEÑOS INSTRUCCIONALES.**

#### **2.1.1 Contexto**

Lo primero que se considero para abordar la investigación fue definir específicamente el significado de diseño instruccional basado en la teoría constructivista, ya que a partir de esta reflexión se podría saber las expectativas y posibilidades para integrarlo en un campo informático.

El estudio de estos tópicos lleva forzosamente a incursionar en el análisis de los procesos de enseñanza-aprendizaje y muy particularmente en el del cambio conceptual, porque para saber cómo diseñar las actividades de enseñanza con las cuales deben aprender los alumnos primeramente es necesario saber lo que se entiende sobre ¿cómo aprenden los alumnos? y en consecuencia, ¿cómo se debe enseñar para que el aprendizaje de los alumnos sea exitoso?. Por estas razones se empezó esta parte de la tesis con un examen sobre la investigación básica y aplicada que en las últimas décadas ha sido impresionante, con perspectivas muy interesantes y novedosas.

Todo parece indicar que se ha producido una transformación en la forma de aproximarse al concepto de enseñanza-aprendizaje, el cual se concibe en la actualidad como un proceso indisoluble, ya que ambas acciones; la de enseñar y la de aprender son dependientes e interactúan entre sí ocasionando una reacción en cadena, por lo tanto, en adelante al referirse a cualquiera de los dos conceptos estará implícita la suposición de su interdependencia y será importante para cualquier análisis considerar siempre los resultados consecuentes para explicar los fenómenos que se generan a su alrededor.

Se entiende que el proceso de enseñanza-aprendizaje es una construcción social en la que participan activamente dos elementos: el que enseña y el que aprende. El que enseña realiza la transferencia de información y habilidades a través del lenguaje natural o formal, esto permite el andamiaje necesario para adquirir información, valores y actitudes de su medio social. El que aprende intenta interpretar los mensajes que se le envían de acuerdo a las informaciones que adquirió previamente con ayudas o andamiajes que le ofrece el que enseña, (Hewson, 1988; Vygotsky, 1978; Inhelder y Piaget, 1955 citado en Not, 1983).



Ambos intercambian ideas sobre el mundo (conocimiento) en una interacción social dinámica entre los individuos y su medio ambiente (Hewson denomina a esta postura, ecología conceptual), por lo tanto el estudio de la adquisición del conocimiento no debe limitarse a los procesos individuales, sino a la inter-relación de éstos, empezando con la interacción del sujeto con el objeto y posteriormente mediante los diversos elementos que permiten la comunicación entre sujetos. (Toulmin, 1972; Hewson, op.cit., 1988). A partir de estos planteamientos es posible afirmar que la gente desarrolla diferentes sistemas para adquirir el conocimiento dependiendo del ambiente intelectual donde se desenvuelve (microcultura como lo definiría Llorrens, Llopis y De Jaime, 1987).

Por otro lado, todos los estudios realizados bajo una línea constructivista coinciden en que el proceso de enseñanza-aprendizaje se produce tanto en una **situación inadvertida -sistema informal- como en un ambiente controlado -sistema formal-** cuyos resultados son: en la primera, las ideas previas a la instrucción construidas a partir de la experiencia y en la segunda los conceptos que son transmitidos a través de la instrucción por los miembros de su sociedad.

Estos descubrimientos han llevado a los investigadores a preguntarse:

- *¿Cuáles son los orígenes y las características de dichas ideas?*,
- *¿Cuáles son los mecanismos de resistencia al cambio tras los procesos instructivos? y,*
- *¿Cuál es la mejor manera de vencerlos para propiciar el aprendizaje buscado?*. (Véase por ejemplo, West y Pines, op.cit., 1985; Pozo, op.cit., 1991; Vosniadou, op.cit., 1994, Rosenshine, op.cit., 1995).

Bajo la perspectiva del constructivismo parecen encontrarse respuestas a las preguntas anteriores porque sus fundamentos están orientados a concebir el aprendizaje en un marco físico, social y culturalmente determinado, que proporcionan al alumno elementos para la construcción del conocimiento (conjunto de percepciones, experiencias personales y significados transmitidos por el ambiente) y porque aportan, como se leerá más adelante, elementos para conformar un currículum y una metodología de enseñanza que promuevan el cambio conceptual.

Por lo tanto, el diseño de actividades de aprendizaje debe estar basado en el desarrollo de los procesos cognitivos que involucran específicamente los procesos del pensamiento, lenguaje, memoria, etc., que de una u otra manera son los procesos indispensables y que intervienen para construir y reconstruir el conocimiento, es así que en los siguientes párrafos se intenta dar un panorama general de los procesos de construcción del pensamiento y los procesos que lo involucran.

## **2.1.2 La construcción del conocimiento**

### **2.1.2.1 El proceso del pensamiento.**

El constructivismo parte del principio de que el conocimiento, sea público o privado, es una construcción humana (Fensham, op.cit.,1991) y que por lo tanto es necesario entender las características de esta construcción. Esto significa que de entrada el ser humano al pensar, construye modelos mentales de su medio ambiente y las nuevas experiencias son interpretadas y entendidas con relación a los modelos y esquemas ya existentes.

El mundo no se aprende directamente, lo que percibimos de éste son los elementos que constituyen el modelo que construimos del mismo, es decir los humanos no hacemos copias de la realidad, la interpretamos, (Labinowicks, 1989), por lo tanto, adquirir conocimiento es una construcción personal. La ciencia, por ser un procedimiento de adquisición del conocimiento implica el quehacer constructivo individual, aunque, el problema del científico es ajustar esa interpretación a la realidad y el del estudiante de la ciencia será entender mejor los ajustes que fue haciendo el científico sobre su pensamiento para conocer.

De esta manera se dice que los seres humanos construyen representaciones del mundo en su afán por descifrar y entender la relación entre éste y las personas. La representación es un modelo de la "cosa" que idea; la primera acción que hace el sujeto es observar lo representado, luego construye su propia versión de los aspectos del mundo creando un modelo compuesto de conceptos. (García, Jiménez y Flores, 1996).

El pensamiento establece relaciones entre conceptos, entendiendo por concepto el conjunto de características esenciales y accesorias de objetos y/o situaciones semejantes, por lo tanto lo que se relaciona no es sólo el concepto en sí, sino toda la serie de características que al reunirse en un movimiento mental obligan a la mente a realizar actos de comparación y diferenciación.

Las representaciones adoptan diferentes formatos que pueden ser contradictorios entres sí: proposicional vs. Analógica; continua vs. discreta y declarativa vs. procedimental. La proposicional son enunciados formales que reflejan el mundo representado. Las relaciones analógicas implican un proceso de comparación entre las características importantes del mundo representado y la representación. La representación declarativa implica el proceso de interpretación del fenómeno. La representación continua requiere un proceso de selección de aspectos y relaciones fundamentales del fenómeno que destacan por encima de otros.

El objeto al ser conceptualizado encierra los significados propios de ese concepto que se concatenan con otros conceptos formando una red de relaciones llamada estructura -también denominada esquemata o frame o memoria semántica-, que conforma el conocimiento. Los conceptos pueden ser concretos o abstractos, dependiendo de su referente perceptual y de acuerdo al porcentaje en que se identifican, en la red podemos saber su nivel de complejidad o también, inclusivos o más o menos relevantes con relación al interés del aprendiz. (Driver, 1986; Johnson Laird, 1987, Fensham, op.cit.,1991, Osborne,1993, Villani, op.cit.,1992, Castañeda y Acuña, Op. Cit., 1996)

En una estructura podemos identificar y estudiar las relaciones entre conceptos, la forma de adquirir e incluir conceptos nuevos en esa estructura, o la forma de almacenarlos y manejarlos en la memoria. Para Donald, (1987, citado en Castañeda y Acuña, Op.Cit, 1996) la representación estructural cognoscitiva tiene tres características importantes:

- a) Es un reflejo del método de análisis utilizado para obtener los conceptos y sus relaciones.
- b) La representación y el método pueden tener diferentes grados de estructuración por lo que hay versiones fuertes y débiles de éstas.
- c) Una representación puede ser descriptiva (declarativa y por lo tanto estática) o estar orientada al logro de metas (procedimental y por lo tanto agrupa reglas para la resolución).

El aprendizaje empieza cuando las representaciones de los alumnos sobre alguna parcela del conocimiento (conjunto de conceptos relacionados que explican un segmento de la realidad coherente y coherentemente) se empieza a diferenciar claramente de otras estructuras y simultáneamente se encuentran las semejanzas entre las representaciones personales con las de otras personas y cursos.

En otra perspectiva, se dice que estas diferenciaciones son producto de que los aprendices hagan uso de su metacognición; de su capacidad *cognitiva para resolver problemas*; algunos autores especifican el valor de la crítica (Laburu, 1996); el desequilibrio Piagetiano o el proceso explicado por Popper (1991) de la falsación, etc.

Por lo tanto, la construcción, no sólo del pensamiento mismo, sino del pensamiento científico requiere que los educadores consideren la construcción del conocimiento desde tres perspectivas: la epistemológica, la psicológica cognitiva y la pedagógica para, posteriormente, se diseñe el programa instruccional.

Específicamente, la epistemología está ligada a diseños encaminados a promover la adquisición de los conocimientos, la psicología cognitiva está encaminada a promover la asimilación y transferencia de dichos conocimientos y las teorías pedagógicas

a promover la asimilación y transferencia de dichos conocimientos y las teorías pedagógicas están encaminadas a coordinar saberes ligados a valores sobre lo que se espera de los resultados de una actividad educadora en ciencias y de los resultados de sus alumnos.

Al reconocerse la existencia de un sistema informal constituido por creencias respecto al mundo, que se adquieren fundamentalmente en la familia, la iglesia, los medios de comunicación masiva<sup>2</sup>, se identifica también que, este, tiene gran impacto en el aprendizaje adquirido en las escuelas. La educación escolarizada tiene las siguientes características (opuestas a las del sistema informal) que la definen:

- a) Se asume el valor de verdad como un hecho de autoridad en el que lo que dice el maestro y el libro es lo correcto;
- b) Los conocimientos son segmentados para organizarlos en objetivos que los alumnos deben lograr y demostrar su dominio a un corto y definido plazo. (Aranguren, 1967; West y Pines, op.cit.,1985; Laska, 1984).

Bajo estos dos ambientes y como resultado de su interconexión, West y Pines, op.cit., (1985), identificaron y describieron tres tipos de aprendizaje:

### **a) El desarrollo conceptual**

El desarrollo conceptual es el proceso en el que, debido a la autoridad y la demanda de la escuela, los novatos se ven forzados a ignorar su propia realidad y a realizar un esfuerzo genuino por dar sentido al conocimiento formal, integrando y diferenciando el conocimiento simbólico dentro de una estructura cognitiva.

### **b) La resolución conceptual**

El aprendizaje por resolución conceptual implica la confrontación de la idea previa con la parte o las partes que no concuerdan con la idea científica, al no poder haber integración o una diferenciación simplemente, se necesita una resolución conceptual.

<sup>2</sup> Giordan, (1978) hace una división entre el aprendizaje que se realiza en los ambientes escolares y el que se obtiene a través de los medios de comunicación. A éste último lo denomina "escuela paralela" ya que las representaciones que el niño hace de los conocimientos obtenidos en ella interfieren con los que los maestros pretenden que adquiera mediante la enseñanza escolarizada y además la reconoce como una de las mayores fuentes de ideas previas, erróneas y alternativas que los alumnos adquieren antes de la instrucción.

### c) El cambio conceptual

Se le ha denominado cambio conceptual al proceso donde se presenta un claro conflicto entre las concepciones previas y los nuevos conceptos que requieren de la erradicación total de los conceptos erróneos. La mayoría de las estrategias para facilitar este proceso incluyen tres fases:

- a) información (awareness)
- b) desequilibrio y
- c) reformulación.

Estas estrategias se utilizan para impulsar el desarrollo cognitivo a través del enriquecimiento del sistema conceptual del novato hasta que se iguale al del experto (Carey, 1985), la interrelación de estos aspectos generan un panorama epistemológico que permite entender el papel del razonamiento como elemento estructural entre las concepciones espontáneas o comunes de los estudiantes acerca de los procesos físicos y las transformaciones o reelaboraciones que se requieren como cambio conceptual para la comprensión de los conceptos físicos en concordancia con las teorías científicas.

Las investigaciones que se han realizado para estudiar el problema del cambio conceptual se han enfocado a la adquisición de conceptos científicos. Parte de la educación formal está dirigida a la enseñanza de las ciencias, que además de informar al individuo lo que se conoce de su medio, lo ayuda a desarrollar habilidades y capacidades intelectuales.

Villani, op.cit., (1992) afirma que es posible conocer y comprender más sobre lo que sucede en el aprendizaje de la ciencia si se conoce más sobre los mecanismos del cambio conceptual. Indica que los modelos que describen la conducta científica son más que un asunto de invención, de probar y rechazar teorías y que tienen más que decirnos sobre el camino que los estudiantes toman para aceptar nuevos puntos de vista académicos sobre fenómenos naturales y dejar atrás su conocimiento, producto del sentido común.

Los principales hallazgos sobre los preceptos que deben tomarse en cuenta para lograr la asimilación de los conocimientos son los siguientes:

- Las personas siempre abordan el conocimiento con **preconcepciones** adquiridas de la experiencia cotidiana sobre los fenómenos a estudiar creando teorías o hipótesis propias que posteriormente tienen que reestructurar para acomodar los nuevos conceptos y relaciones conceptuales que van adquiriendo. (Driver, op.cit., 1986, Barroso, López, Miguel del Corral, Valenciano, Cervelló y Monzón, 1993, Pozo, Gómez Crespo, Limon y Serrano, 1991 ).

- El comportamiento inteligente depende de la **naturaleza de la tarea** no así de los procesos del pensamiento. Las personas aprenden las materias utilizando diferentes estrategias dependiendo de la naturaleza de dichas materias, por lo que se puede estudiar el aprendizaje complejo observando cómo la gente aprende materias particulares puesto que cada materia incita en el estudiante una forma peculiar de actuar sobre ella. (Pozo, op.cit., 1987)
- **La organización interna** que cada alumno tiene previa a la adquisición del conocimiento nuevo **tiene un sentido y una lógica** que deben hacerse explícitos cuando se pretenden incorporar las relaciones y conceptos nuevos en el conocimiento axiomático o del experto. Estas relaciones no se manifiestan de igual manera si el conocimiento es declarativo o procedimental, parece ser que este último tipo de conocimiento es más fácil de explicitar debido al desarrollo secuenciado y preciso que lo caracteriza. (Pozo, 1987, Vosniadou, op.cit., 1994, Castañeda y Acuña, 1996)
- Comprender el sentido que los alumnos le dan a las relaciones entre conceptos implica entender la **importancia del papel que juegan las emociones y la influencia que tienen en la dirección que van a tomar las funciones cognitivas**. La relación entre maestro y alumno involucra las expectativas, actitudes y creencias de ambos.
- Una parte fundamental para la construcción de un diseño instruccional es el **proceso analógico** de los alumnos en donde comparan las experiencias ya obtenidas con las nuevas obligándonos a realizar un proceso de construcción del conocimiento, si la comparación se lleva a cabo sin ningún conflicto se da por hecho que el alumno ha comprendido la relaciones conceptuales, si no es así se intentan nuevas construcciones (formulación de hipótesis o ensayos) o se abandona la situación por considerarse «sin sentido» para establecer una relación. (Castañeda y Acuña, Op.Cit., 1996)

Sin embargo para entender el proceso de construcción del conocimiento en todos sus aspectos y posibilidades y proseguir a elaborar un diseño instruccional basado en el desarrollo cognitivo del inexperto, es necesario adentrarnos en la microestructura de la construcción del conocimiento y las interrelaciones de los procesos que producen cada uno de los hallazgos antes mencionados. Los procesos más finos que originan la construcción del conocimiento nos conducen a examinar desde cerca el proceso los factores que producen el pensamiento formal o las formas superiores de los procesos cognitivos.

Este análisis puede empezar en la interacción del sujeto con el objeto de estudio donde la percepción de las características del objeto está sujeta a la selección discriminada de aquellas características que le son significativas al sujeto y que entonces, los datos obtenidos, pueden tener diferentes significados para diferentes sujetos

según el papel que represente en el conjunto de los demás datos (abstracción). La abstracción de las características se apoya en un sistema de representaciones (modelos representacionales) que son el producto de construcciones propias en las que entrelazan datos observables y otros que no lo son.

Estas representaciones son importantes porque son sistemas de referencia que guardan ciertos isomorfismos con los fenómenos observados y constituyen el punto de partida para las explicaciones, es decir los novatos toman las explicaciones de los modelos representacionales, más que de la realidad objetiva y en las teorías científicas, aquellos datos que no tienen significado para el novato, son ignorados o excluidos de la explicación. (Moreno, Sastre, Bovet y Leal, 1993).

Las representaciones del conocimiento, resultado del ejercicio de los diferentes tipos de pensamiento, (concepto, juicio y razonamiento) se van enriqueciendo a través del manejo que el individuo hace de la información a la cual tienen acceso y, de la intensidad con la que la comparten con los sujetos de los grupos sociales a los que pertenecen. Las personas almacenan esta información en la memoria y en ella hacen otros movimientos mentales que les permiten guardar o sacar selectivamente dicha información, obviamente para conocerla se requiere que la interpretación que los alumnos hacen de ella y las representaciones que lograron construir en su mente sean expresadas de alguna manera, entonces el lenguaje funciona como el vehículo para transmitir el pensamiento y, al mismo tiempo, como sistema elicitor de los supuestos que han construido.

Las características del pensamiento están desarrolladas a lo largo de todo este documento, pero en el caso de la memoria y el lenguaje, para los propósitos de explicar posteriormente la analogía de los dos conceptos con la computadora, precisaré algunos aspectos funcionales de ambos en los siguientes renglones.

### **2.1.2.2 La función de la memoria.**

Una de las causas que originan la comprensión inadecuada de los conceptos científicos y que dificultan la erradicación de las concepciones espontáneas es que los alumnos desarrollan una "...yuxtaposición de dos estructuras semánticas paralelas en la memoria..." (Pérez, 1992), una que se utiliza para interpretar y resolver los problemas de la vida cotidiana (memoria semántica experiencial) y otra que sirve para responder las demandas de la vida académica (memoria semántica académica).

Es decir, que los conocimientos escolares, incluso los que se refieren a la explicación de su medio, permanecen siempre desligados de los que se obtienen en el resto de su ámbito social y cultural. El aprender ciencia significa para la mayoría de los estudiantes "memorizan conceptos y procesos extraños que rara vez se aplican a la solución de los problemas de su entorno" (Hewson, op.cit., 1988, Villani, op.cit., 1992).

Alguno de los avances más importantes de la psicología cognoscitiva se refieren al papel de la memoria como almacén y procesador de la información. Se ha concluido que la información con significado contenida en la memoria está organizada semánticamente en forma de "redes de conocimiento" que son estructuras en donde también están incluidas creencias, valores, actitudes, prejuicios y toda la experiencia particular del individuo. (Collins y Quillians, 1969; Figueroa, 1974), el proceso de memorización explica como se almacenan una serie de conceptos interconectados entre sí, cada concepto es una unidad simple o primaria que incluye: la clase a la cuál pertenece el concepto, las propiedades que tienden a hacerlo único y los ejemplos del mismo.

La interconexión de estas unidades simples conceptuales da lugar a una estructura compleja o secundaria que dan pie a la estructura profunda o espacio semántico del lenguaje por el cuál va a la clase representación mental que el estudiante tiene de los objetos concretos, eventos, relaciones lógicas, tiempo, etc. ( Lindsay y Norman, 1972; Figueroa, González y Solís, 1976).

La memoria esta compuesta de redes o conjuntos de elementos elegidos por ella misma, a través de un proceso reconstructivo, la memoria hace esta selección de acuerdo a la clase de propiedades de los elementos que integran esa red y se enriquece en la medida en que el conocimiento significativo del estudiante aumenta. Dependiendo de cómo está pueda ser construida, evocada y comunicada, se dice que el alumno ha adquirido el significado del concepto y la recuperación de cada una de las piezas de información o del patrón entero. Cuando la información es más significativa para los estudiantes, tiene más puntos en su estructura en los cuales "enganchan" la nueva información.

Toca a la memoria semántica realizar la tarea fundamental de construir una representación interna de la realidad basándose en conceptos y significados. En ella se interpretan las experiencias perceptuales, se combinan éstas con el producto de experiencias pasadas, se hacen predicciones, se atribuyen causalidades y se conectan ideas viejas dentro de las nuevas combinaciones (Lachman, Lachman y Butterfield, 1979 citado en Alvarez, et.al., 1993, Mahler y Hoz, 1991).

Posada, (1993) identifica tres niveles diferentes de memoria:

- **Memoria episódica** (recuerdos, experiencias, etc, sin conexión).
- **Memoria semántica académica** (conjunto de conceptos adquiridos por aprendizaje memorístico, no sustantivos, sin relación con la experiencia).
- **Memoria semántica experiencial** (conjunto de conceptos incorporados sustantivamente, de forma no arbitraria, organizados jerárquicamente, relacionados con hechos u objetos conocidos).



Puede haber una transferencia de la memoria académica a la memoria semántica si el novato logra relacionar los conceptos significativamente, Posada (1993) ofrece en el siguiente diagrama la estructura cognitiva de los individuos y el papel que juegan algunos factores en la producción del aprendizaje significativo:

### MEDIO EXTRAESCOLAR Y ESCOLAR

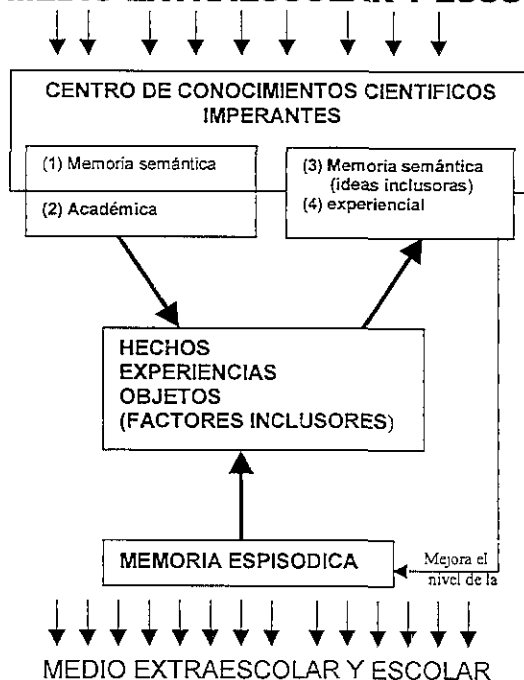


Fig.1 - Diagrama ofrecido por Posada que representa la estructura cognitiva de los individuos.

En la memoria semántica existen conocimientos ciertos y erróneos (ver los números 1 y 2 en la figura 1), al realizar su elicitación, las conexiones entre conceptos, de las dos clases de memoria (ver los números 3 y 4 en la figura 1), pueden estar de acuerdo o en total desacuerdo creando un conflicto o una conciliación.

El autor dice que la **memoria episódica** no tiene relación directa con la **semántica académica**, en cambio la **semántica experiencial** puede aumentar la episódica a través de la percepción y la observación, esto es, la experiencia familiariza al individuo con los factores inclusores (hechos y objetos) y mejoran su capacidad de resolver problemas y de producir aprendizajes significativos que regulan y mejoran la memoria semántica académica.

Los factores inclusores deben ser proporcionados por el medio escolar y extraescolar y se registran en la memoria episódica, si los conceptos académicos encuentran ideas inclusoras en la memoria experiencial y sus resultados en concordancia con la memoria episódica, (correctas e incorrectas) se producirá el aprendizaje sustantivo y jerárquico.

El trabajo de instrucción moderno intenta aprovechar la organización de la red conceptual que los alumnos tienen antes del proceso de instrucción y obtener una mejor red semántica posterior a la instrucción, hipotéticamente se cree que el diseño instruccional propuesto promoverá el cambio conceptual en los alumnos y que esto puede evidenciarse, entre otros medios, a través de los modelos para explicar la organización del concepto desarrollada por Figueroa, (1980) y Smith, (1978); y el utilizado para observar la representación del significado, su organización y jerarquización semántica natural propuesta por Figueroa, op.cit., (1980), a estas se les llama mapas conceptuales y redes semánticas naturales que más tarde describiré con más detalle.

Rosenshine, op.cit., (1995) indica que la ventaja de ayudar a los estudiantes a organizar la información dentro de un patrón bien organizado es que:

***“cuando un patrón está bien unificado...(el estudiante)... utiliza sólo una parte en la memoria de trabajo y deja espacios libres para otras conexiones, este espacio puede ser usado para reflexionar sobre una nueva información y resolver el problema.”***

Sin embargo de acuerdo a Pozo, (1996) falta explicar lo que el sujeto debe hacer para que las pérdidas de los contenidos y su olvido sean los menos posibles y para que los espacios libres de la memoria de trabajo permitan nuevas conexiones efectivas. A estos estudios se les ha denominado procesamiento humano de la información haciendo alusión precisamente al conjunto de sistemas que hacen posible que la información sea digerida y almacenada en los archivos de la mente y los que se encargan de hacerla accesible nuevamente para que los alumnos la utilicen y enriquezcan.

El procesamiento humano de la información es una aproximación que intenta dar respuestas al problema de la optimización de la memoria y su modelo es particularmente importante para este estudio ya que hace una analogía con el ordenador digital de las máquinas computacionales y porque sus esfuerzos de investigación han estado centrados en el problema de la representación de la realidad basado en los estudios de Gagné (citado en Castañeda y López, Op.Cit., 1989) quien plantea la arquitectura y funcionamiento del sistema cognoscitivo como se representa en el siguiente esquema:

## MODELO DE PROCESAMIENTO HUMANO DE LA INFORMACION (PHI)

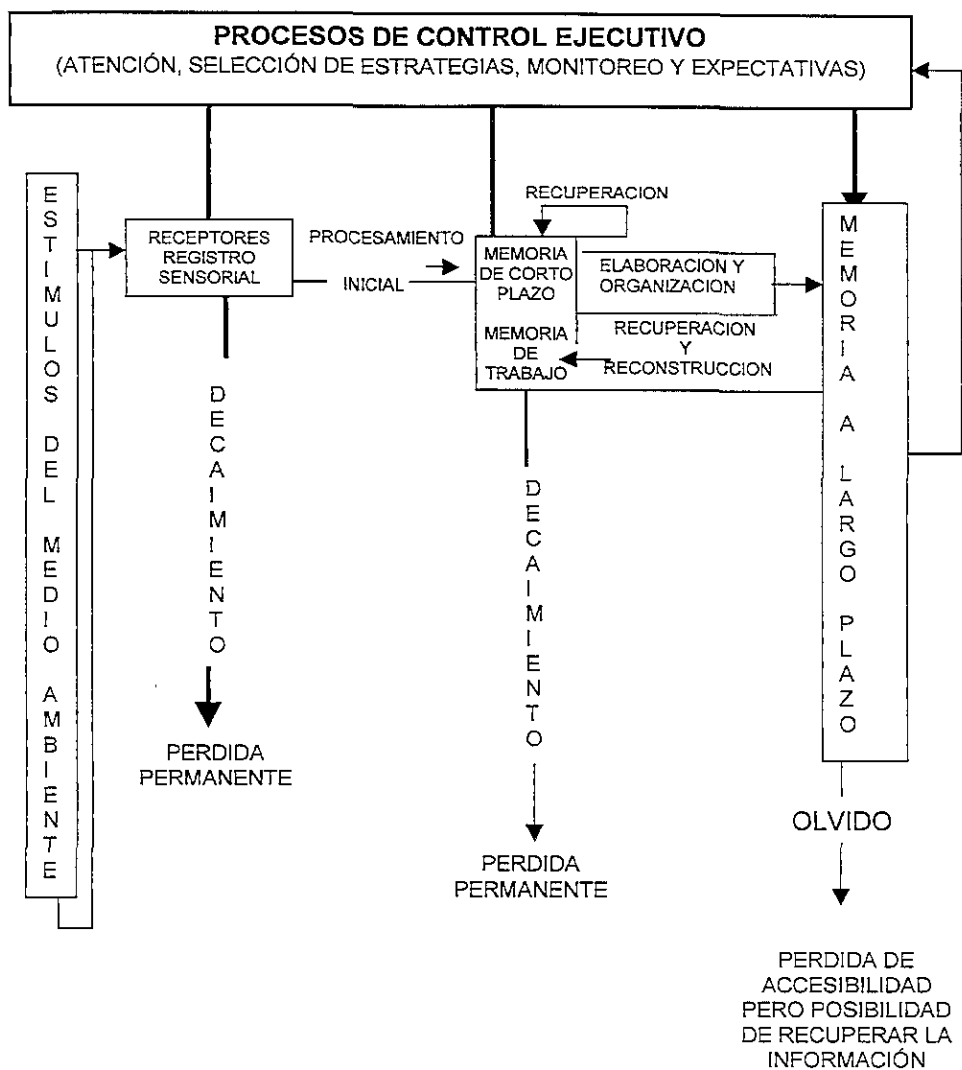


Figura. 2.- Gagné propone este modelo representativo de cómo se genera el procesamiento de la información en las personas.

En este modelo encontramos ya ciertos indicios del camino que sigue la información a través de los diferentes almacenes memorísticos, el acto reflexivo sobre la nueva información implica tener una transformación conceptual, "La transformación de la información que es recibida, se concibe como movimientos de un estado a otro..." (Castañeda y López, 1989) en la que toman parte impulsos electroquímicos en el cerebro provocando una percepción selectiva que se agrupa en la memoria de trabajo y posteriormente es codificada y guardada en la memoria a largo plazo.

La información tiene movimientos de ida y vuelta dentro de la memoria, luego de ser activado el registro sensorial pasa a la memoria a corto plazo (MCP) y posteriormente a la memoria a largo plazo (MLP). La estimulación viaja esperando la respuesta de la capacidad memorística de las personas pero, para que esta se active se requiere operar el "generador de respuestas" de la MLP, si la respuesta es automática, no pasa por la memoria de trabajo (MT), si no es automática debe activarse esta primero. La información que sale y entra de la memoria de trabajo a corto plazo sólo permite manejar siete trozos de información con significado diferente, (de acuerdo a Mayer, (1978) son "bits" o "chunks") en 30 segundos y el alumno puede tener acceso a la información en cuestión de milisegundos.

En la memoria a largo plazo se tiene una capacidad ilimitada para almacenar información con un tiempo de acceso de 10 milisegundos (su recuperación depende de la forma de organización y representación de la información y por los procesos de búsqueda) y algunos más para guardar un nuevo chunk de información.

Las implicaciones educativas de estos hallazgos son muchas, primero, los maestros pueden organizar sus secuencias de aprendizaje realizando un análisis de contenido de la materia a enseñar que les permita identificar los conceptos esenciales, agrupándolos en conjuntos de siete (más uno-menos uno) conceptos que formen una parcela del conocimiento (conjunto de conceptos y sus interrelaciones que explican una porción de la realidad integralmente).

Segundo, los maestros y alumnos pueden organizar sus temas de aprendizaje en parcelas de conocimiento agrupadas de siete en siete (más uno-menos uno) de manera que la interrelación sea, en esta ocasión, entre parcelas. Con este procedimiento se van estructurando esquemas eficientes y correctos en la mente de las personas porque, según lo afirmado por Sierra y Carretero, (1990):

- *Los contenidos que las configuran están organizados en unidades o agrupaciones de carácter holístico, que se activan al acceder a uno de sus componentes;*
- *Los contenidos dentro de cada unidad holística responden a una ordenación de carácter temporal;*
- *Los contenidos que forman las unidades holísticas están agrupados en subunidades interrelacionadas; y*

- La organización del orden temporal de los contenidos se ajusta a una estructura jerárquica y serial." (pags. 146-147).

Sin embargo, existen dos formas de recordar o almacenar en la memoria a largo plazo: a) recordar literalmente la información y, b) recordar el significado de los contenidos, por lo que, los maestros y los diseñadores instruccionales deben tomar en cuenta que la información arbitraria sólo vale para el momento y el contexto que se está utilizando y se pierde rápido y que en el sistema de explicaciones se recupera más pronto la información cuando cada relación sirve como inducción para encontrar la información.

Como se ilustra en el diagrama que sigue propuesto por Pozo<sup>3</sup>, los estímulos del medio ambiente entran en los receptores de la memoria sensorial (análoga a la memoria de experiencias de Posadas) por lo que es importante que se active la atención y el diseñador intente captarla durante el mayor tiempo posible. Esta capacidad está directamente asociada a la motivación porque revela las necesidades intelectuales de los alumnos y sus formas de satisfacción, pero es importante aclarar que la motivación se define en el contexto social porque allí se determinan las metas del aprendizaje. La transferencia y recuperación de la información implica que se haya logrado un aprendizaje significativo, este aprendizaje se adquiere cuando los procesos de control manejan y transforman la información contenida en la MLP, como se ilustra en el diagrama siguiente.

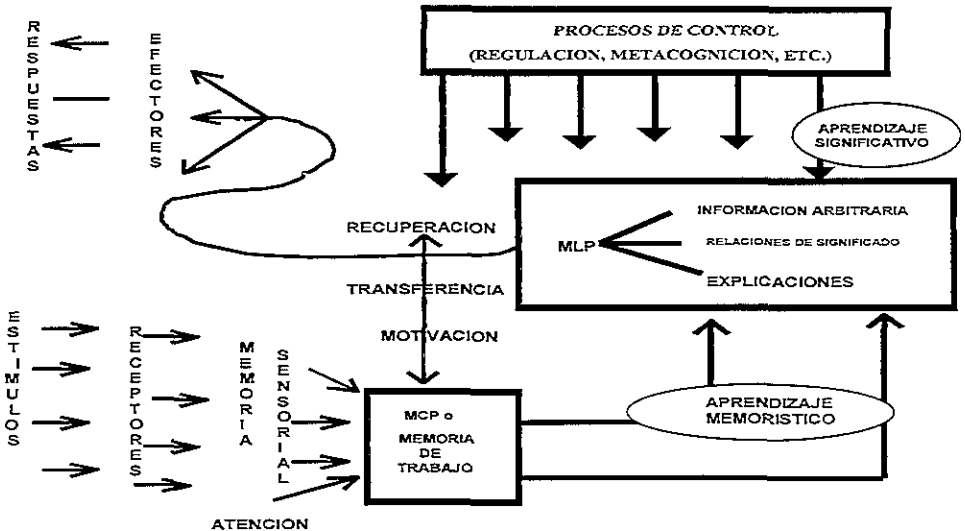


Figura 3.- Diagrama propuesto por Pozo sobre el procesamiento humano de la información.

<sup>3</sup> Este diagrama fue proporcionado y explicado por Ignacio Pozo en el curso "teorías cognitivas del aprendizaje y enseñanza de las ciencias" en la Facultad de Psicología en abril de 1993.

Basados en estos hallazgos los investigadores han propuesto alternativas para diseñar planes y programas pedagógicos que generen en los alumnos la reorganización mental sobre el contenido tendiente a llegar a ser como la obtenida en la mente del científico. Pero los contenidos contemplados para ser transmitidos requieren algunas formas especiales para ser recibidos la memoria sensorial adecuadamente de manera que active todos los demás almacenes.

Las representaciones de las estructuras del pensamiento tienen su vehículo de comunicación en el lenguaje, en este sentido el lenguaje puede definirse como una representación de la representación mental (Labinowicks, 1989, Op. Cit.) que reúne los significados y significantes del objeto para poder compartirlos con las personas que le sirven de interlocutor o, inclusive, consigo mismo (lenguaje interno). En los siguientes párrafos intento ahondar sobre este aspecto con mayor profundidad.

### **2.1.2.3 La función del lenguaje.**

En párrafos anteriores se menciona que el proceso de enseñanza-aprendizaje es una construcción social en la que la comunicación de las representaciones y el intercambio de ideas constituye el eje central de la actividad pedagógica. La impresión en la memoria de la información se construye individualmente pero el enriquecimiento del acervo cognitivo se logra con el intercambio de ideas con otros interlocutores en un proceso de comunicación.

La aproximación centrada en la "vida en las aulas" adopta el discurso educacional como unidad sociolingüística de análisis, los estudios alrededor de la interacción verbal se han estado realizando desde los años 30, la escuela más fuerte es americana y se encuentran investigadores como Lippit, White, Bales y Withall que tratan de registrar respuestas observacionales de tipo lingüístico, (Buxarrais, 1989) como por ejemplo: estudios relacionados con la forma de comunicar las representaciones mentales de la realidad; estudios relacionados con la forma de transmitir los conocimientos y la comprensión de estos; sobre la semántica de las unidades lingüísticas; sobre los componentes del diálogo de maestro-alumno; sobre la actividad discursiva durante la clase; etc...

A través de la conversación que se establece entre maestro y alumno o entre alumnos podemos identificar las ideas preconcebidas sobre los contenidos y modificarlos en función del acuerdo social sobre lo que la disciplina conlleva conceptualmente y además nos ayuda a hacer suposiciones sobre la identidad humana, el poder de la colaboración verbal, la naturaleza de las acciones coordinadas y el movimiento de estrategias para un genuino cambio social.(Isaacs, 1996, Jenlink, y Carr, 1996)

El discurso puede también evolucionar más allá de la simple transacción de ideas; puede sufrir una transformación más profunda cuando los individuos evitan sus *opiniones personales, sus suposiciones y sus juicios que consideran buenos sobre otros* puntos de vista (**pensamiento individual**) y permiten ensamblar sus pensamientos con los de otros, tomando decisiones únicas y centrando la conversación en la construcción de un **pensamiento colectivo** sobre el contenido.

El intercambio de ideas se produce por una variedad de razones y son dirigidas por las propuestas de los participantes en diferentes niveles, ellos hablan juntos sobre sus puntos de vista en particular bajo la observancia de un lenguaje común, en este sentido, la conversación resulta ser negociadora por naturaleza.

Las características más generales del transcurso de la conversación son presentar diversos puntos de vista intentando determinar si son aceptables y rechazar los ataques de los demás miembros del equipo por lo regular esta situación provoca una crisis de la percepción porque las explicaciones esquematizan un pensamiento incoherente. Inmediatamente surgen los intentos por darle coherencia al pensamiento pero el éxito de esta empresa depende de la capacidad negociadora, el compromiso de los participantes y de las condiciones de apoyo que ofrezca el sistema educativo.

Cada conversación adopta ciertas formas de acuerdo al tipo de interacción que emplean los participantes, Jenlink y Carr, (1996) identificaron cuatro tipos de conversaciones comunes en pequeños y grandes grupos educativos como se describen en la siguiente figura:

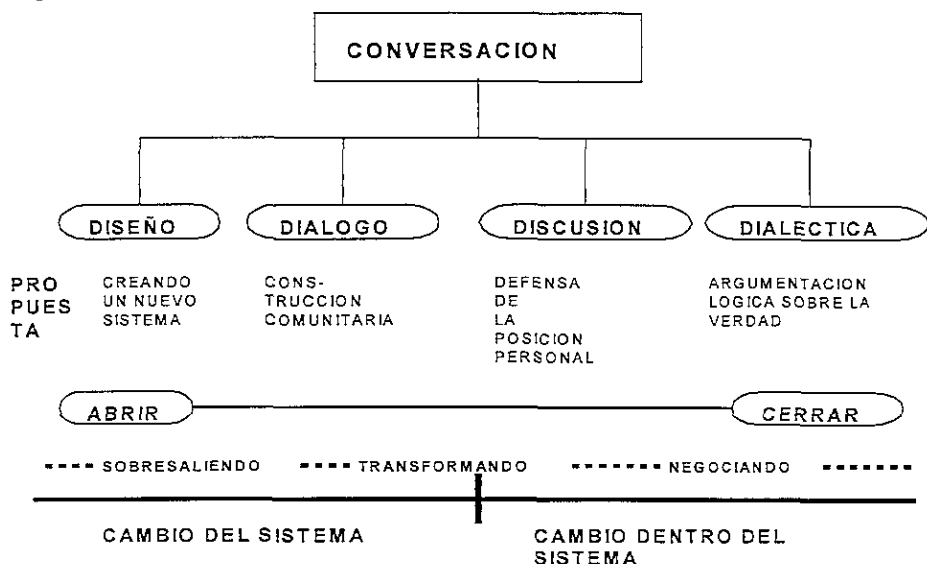


Figura 4.- Tipología de la conversación

La discusión y el diálogo son las más familiares y prácticas formas de conversación, la dialéctica y el diseño son orientaciones más disciplinadas para conversar. Las dos primeras se desarrollan en la experiencia cotidiana y no requieren esforzarse por cambiarlas o hacer su procedimiento más consciente, en cambio, en las dos siguientes, se requieren condiciones de entrenamiento y conciencia de los procedimientos y de las acciones por lo que necesariamente deben esforzarse por realizar un cambio en el sistema social o de aprendizaje ya que se requieren condiciones especiales para que el objetivo del intercambio conceptual sea exitoso.

Las explicaciones de las características de cada tipo de conversación se describen en los siguientes renglones. A veces es necesario diseñar un sistema social tal que el proceso presione a los participantes a construir significados compartidos a través de un lento discurso entre los «apoyadores» que están buscando crear el nuevo sistema de interlocusión. Este sistema puede experimentar con diversos modos de conversar e investigar hasta encontrar el más apropiado. ( Banathy, 1996) Como lo menciona Isaacs, las características de estas formas de comunicación son:

## **DIALECTICA.**

La conversación dialéctica se orienta a estructurar argumentos lógicos para filtrar la verdad. Es una aproximación científica, una disciplina de investigación dentro de cualquier cosa examinada. La dialéctica crea ideologías y establece creencias que son presentadas como hechos o verdades y las cuales tienden a crear conflictos sociales alrededor de esas ideologías. Los participantes en este tipo de conversación suelen ser personas rígidas en sus creencias y debates sobre lo que ellos consideran es la verdad y manifiestan muchas resistencias al cambio conceptual y, por lo regular, ven cualquier intento de cambio como un ataque a su comprensión del mundo. La naturaleza de la dialéctica es el debate y el argumento lógico dentro de un contexto de negociaciones limitadas por el cambio.

## **DISCUSION.**

La discusión es el foro en el cual muchos de nosotros defendemos nuestras posiciones. Es mayormente subjetiva que la dialéctica pero, paradójicamente es menos rígida. El tipo de interacción es frecuentemente una acción competitiva donde la gente proporciona sus ideas a otros, analiza las otras intentando que las suyas prevalezcan como ganadoras dando como resultado la fragmentación o rompimiento del grupo y el apego a las ideas personales. Los equipos de discusión están compuestos por «afianzadores» (stakeholder), personas auténticamente comprometidas, que discuten sobre un «pensamiento incoherente» llevado y reforzado por la preservación de opiniones personales y la rigidez de pensamientos.



## DIALOGO.

Es una forma de conversación que toma lugar entre dos o más individuos o en el caso de que una persona realice una acción reflexiva puede enrolarse en un autodiálogo. Su origen se debe a los diálogos Griegos sobre el mundo, (Banathy, Op.Cit.) pero para Jenlink y Carr, (Op.Cit.) se refiere al sentido que se le da al mundo a través de construirlo con la colaboración de todos los participantes, es decir es una «construcción comunitaria», es crear una conciencia colectiva que puede ser cuidadosamente mantenida.

Para los investigadores (Isaac, Op. Cit, Banathy, Op. Cit. ), esta es la forma del discurso que transforma el pensamiento individual en colectivo porque permite a las personas ser capaces de hacer a un lado sus propias suposiciones e intercambiar con otros individuos y su ambiente.

Conforme el diálogo evoluciona un nuevo lenguaje se construye y los significados son compartidos y el conocimiento se enriquece con la mezcla de los diferentes puntos de vista manejados. Sin embargo, el diálogo «per se» no persigue una meta específica por lo que es necesario diseñar una conversación que tenga como propósito una tarea en especial. Los siguientes párrafos están dedicados a describir el procedimiento para diseñar una conversación.

## DISEÑO DE LA CONVERSACION.

En este proceso verbal se crea un nuevo sistema de conversación para el aprendizaje en el que refleja el entretrejo, dentro y fuera de la discusión y el diálogo. En el diálogo se ayuda a diseñar el espacio necesario para un nuevo sistema de aprendizaje. (Banathy, Op.Cit. lo llama diálogo generativo) en este espacio los participantes se ayudan a crear una conciencia colectiva tan bien como para aclarar los pensamientos distorsionados o conflictivos que se mueven incoherentemente en la mente, cada participante establece su posición pero son capaces de escuchar a otros de manera que se produce un fenómeno de conciencia colectiva («conocimiento de todos juntos»).

La conversación se diseña alrededor de un sistema filosófico, teórico y sobre el pensamiento y la práctica, (diálogo estratégico), en este momento ya se establece una utilidad y tareas específicas del diálogo para el grupo social y organizacional. Diseñar conversaciones es un proceso metaligüístico, ejemplo de esto son los lenguajes de programación que son universales, unifican criterios alrededor de una disciplina pero que al mismo tiempo son locales y sólo tienen acceso los miembros del grupo que han logrado cierto grado de maestría sobre la cultura cognitiva que prevalece.

También podemos observar que diseñar conversaciones ayuda a obtener aprendizajes consistentes, no sólo de informaciones sino de procesos formativos por

que enseña a trabajar en una comunidad democrática y participativa a través de «apoyadores» comprometidos, creando un clima de colaboración y la construcción de un lenguaje común. Crea en la comunidad una conciencia colectiva

Desde que se abre hasta que se cierra la conversación pasa por tres etapas, la primera o la etapa de sobresalir se refiere al momento en que los estudiantes aprenden a compartir sus ideas con los demás y empiezan a diseñar su espacio verbal juntos, lo cual implica, la transformación de los medios y las formas de pensamiento y de actuación que empieza con la discusión y la dialéctica en una dinámica de negociación.

La microcultura o campo del diálogo donde se produce la actividad constructiva es variable y dinámica por lo que el significado del lenguaje también lo es. El alumno y el maestro están entonces obligados a caracterizar y describir dominios locales de comprensión o "miniteorías" o esquemas conceptuales alternativos a través de los cuales se puede analizar la variabilidad semántica del uso de los términos por los alumnos, analizar los esquemas alternativos, y sugerir ideas de cómo hacerlas evolucionar.

La estructura conceptual para el diálogo consta de varias facetas que empiezan en la fragmentación del pensamiento tácito (no expresado formalmente) y prosiguen con la fragmentación de los patrones de enfrentamiento, en otras palabras, las personas empiezan una conversación dentro de una dinámica de enfrentamiento cara a cara y en un campo de inestabilidad que pone en juego su capacidad para descomponer y recomponer en segundos la red conceptual con la que cuentan hasta que logran obtener un esquema coherente de la parcela de conocimiento que estudian. (Llorens, De Jaime y Llopis, 1989, Isaacs, 1996)

En este sentido el lenguaje asume las características de un medio "observable" y de organizador de las experiencias porque permite estudiar los factores ambientales en interacción con la estructura cognitiva que conducen a la construcción de los conceptos científicos y, por otro lado, emplear el propio lenguaje del alumno como instrumento para intervenir en esos procesos y orientar la construcción conceptual. Isaacs, Op. Cit., llegó a las siguientes conclusiones; en el campo del diálogo se pueden identificar:

1. Las fronteras que mantienen los adversarios tradicionales que pueden ser dramáticamente transformadas y ser bastante precarias dentro de un sistema muy amplio, aún cuando se introduzcan cambios profundos.
2. Los humanos empiezan a interactuar en campos de significados compartidos.
3. El desarrollo de una teoría por el camino del diálogo duplica el tiempo.

4. Son muchas las transformaciones y las acciones coordinadas que el diálogo produce en el grupo.
5. El diálogo articula nuevos niveles de aprendizaje que capacita y algunas veces trasciende avanzadas nociones del aprendizaje organizacional existente.
6. El diálogo no es fácilmente aceptado, pero tiene un enorme poder transformador en el grupo sobre sus habilidades para tomar decisiones y oportunidades sobre lo que deberían pensar y aprender todos juntos.
7. Se puede encontrar diferentes «especies» de diálogo y diferentes modelos de cómo el diálogo debería ser practicado.

Atendiendo la importancia de los anteriores párrafos es fundamental analizar la estructura comunicativa que se utiliza para transmitir el discurso, esto es, la estructura que adoptan las verbalizaciones y actuaciones que aparecen en la interacción diádica (maestro-alumno) en donde se muestra la importancia del habla en el proceso de construcción cognitiva, forzando el proceso de articulación de la actividad conjunta. Para los fines de este trabajo la medición del diálogo es especialmente importante porque en el salón de clases con apoyos de la tecnología el intercambio de ideas no sólo se produce en entre los seres humanos, sino con las máquinas.

En este punto del trabajo nos importa incursionar en el campo del diálogo y el enfrentamiento porque es la única forma de conversación con el potencial necesario para mejorar la información colectiva y enriquecer el aprendizaje. El diálogo crea un ambiente especial en el cual guía a la gente a pensar y a actuar empezando a ser perceptivo e inquisitivo.

En el proceso dialógico se adopta una conducta defensiva de lo que creemos que es el mundo, esto lo podemos hacer porque nuestra explicación tiene sentido, un significado que no queremos perder. La gente proporciona un amplio y diverso panorama de suposiciones y caminos tácitos de comprensión del mundo.

Isaacs, (1996), indica que debemos pensar ahora en el diálogo como:

**«la vía por la que se crean, tangibles, autoorganizados y reforzados campos de conocimiento con nuevos significados, en la cuál la conciencia colectiva profundiza y reorienta el proceso y fuera de la cual la gente puede tomar alineación y acciones efectivas.»**

En el diálogo se muestra la capacidad de cambiar y expandir el sentido de sí mismos dependiendo de su capacidad de oír y enfrentar perspectivas bastante diferentes de las suyas.

En este sentido, el diálogo también es una disciplina de investigación colectiva, diferente a la individual usada en la educación tradicional porque ponen en práctica la resolución del conflicto, mediación, desarrollo organizacional, terapia y una nivelada «construcción grupal», como procedimientos de aprendizaje.

En algunos párrafos anteriores a este apartado, se describía la necesidad de construir parcelas de conocimiento, las cuales explican un fragmento de la realidad en forma coherente y congruente por lo que puede ser insertada en la red de conocimientos que los alumnos construyen en su mente, en el diálogo lo que se va a discutir es precisamente la red de relaciones en esta porción de conocimiento entre los conceptos que la componen, la acción discursiva se realiza en un campo dinámico de interacción «cara a cara» (Isaacs, 1996, Op. Cit., Pozo, Op. Cit.) a través de un mecanismo de dirección muy particular puesto que sólo se produce en un ambiente especial para la investigación en el que la atención colectiva toma lugar y está centrada en la interacción substancial en la cual la gente se concentra.

Pero existe otro punto de observación importante que afecta el diálogo, este es la mediación del medio ambiente y los materiales de apoyo en la actividad discursiva. Lemke, (1990) propone que para identificar el contenido científico en el diálogo, la estructura semántica que más se utiliza es el «patrón temático»,

**un patrón temático es un camino para dibujar la red de relaciones entre los significados de los términos claves (conceptos centrales a estudiar) en el lenguaje de un objeto particular,**

que nos muestra los diferentes caminos que se usan para decir las semejanzas de «algo con algo», para razonar sobre el problema o para dar la respuesta esperada en las pruebas. (Otras aproximaciones semejantes a esta son el estudio de las relaciones y significados de las relaciones entre conceptos a través de mapas conceptuales o redes semánticas).

El patrón temático describe las relaciones semánticas en una parte del contenido. Los patrones temáticos que ocupan los maestros y estudiantes, los podemos encontrar: en los diferentes puntos de la lección, de una lección a otra, en los libros de texto y en las pruebas para evaluar el conocimiento. Es la estrategia que más usan los estudiantes aventajados para hablar de ciencia «aceptablemente». Se puede observar los patrones temáticos con relación al contenido curricular a través del diálogo entre alumnos y maestro dentro del salón de clases. Las observaciones se hacen en dos niveles: en la clase misma y a través de diferentes clases.

La observación de este diálogo nos induce a preguntar:

1. ¿Cuáles son los bits de diálogo que las diferentes lecciones tienen en común.?

## 2. ¿Cómo lo hacen para diferenciarlos?

La respuesta a la primera pregunta Lemke, (Op.Cit.) afirma que el análisis verbal del contenido nos proporciona los conceptos centrales alrededor de los cuáles giran otros conceptos denominados Items temáticos que tienen características en común y que pretenden esclarecer el conocimiento. La conexión entre los conceptos centrales y los items temáticos construyen relaciones semánticas; por ejemplo:

CONCEPTOS CENTRALES	CORTEZA Y FOSILES
ITEMS TEMÁTICOS	ELEVACION, MONTAÑOZA MOVIMIENTO ALTA MONTAÑA MARINO, PESCADO

Los conceptos por sí mismo no tienen sentido, pero en el contexto del diálogo se establecen las relaciones semánticas y los tipos de relación que tienen entre sí. por ejemplo:

CORTEZA- m/pr- MOVIMIENTO (m/pr = medio, proceso de relación semántica)  
MARINO- cl/th- FOSILES (cl/th = Clasificación y tipo de cosas)  
FOSILES-loc-ALTURA (loc= Locación)

Las relaciones semánticas identificadas en el patrón establecen diferentes formas de relaciones significativas que se pueden hacer en el lenguaje (sinónimos, homónimos, clasificación, localización, etc.). El patrón se compone de dos partes, en la primera parte se encuentran las relaciones semánticas que establecen las causas o evidencias y en la segunda parte, como desenlace en la comunicación verbal tenemos la consecuencia o conclusión.

La respuesta a la segunda pregunta tiene que ver con el proceso de interacción verbal entre los actores del diálogo, en este proceso se realiza un fenómeno de cambio evolutivo que va desde la exposición del patrón temático ya existente en los alumnos hasta el construido en el salón de clases.

En este sentido el objetivo es que los estudiantes sean capaces de construir el significado esencial del conocimiento expresado en sus propias palabras y, además, una alta diferenciación de estos significados. Se infiere, entonces, que el proceso de aprendizaje se produce comparando e interrelacionando las diferentes partes de la

lección y lo que se dijo o leyó en otras lecciones pasadas. Esto permite llenar los vacíos en la memoria que dan sentido al contenido. El maestro constantemente demanda el recuerdo de conocimientos pasados hasta ayudar a los alumnos a darle sentido a lo que escuchan o leen.

La siguiente figura es una forma gráfica de contemplar la transformación del diálogo sobre el tiempo propuesto por Isaacs, Op. Cit. En el cuál se contemplan 4 fases importantes:

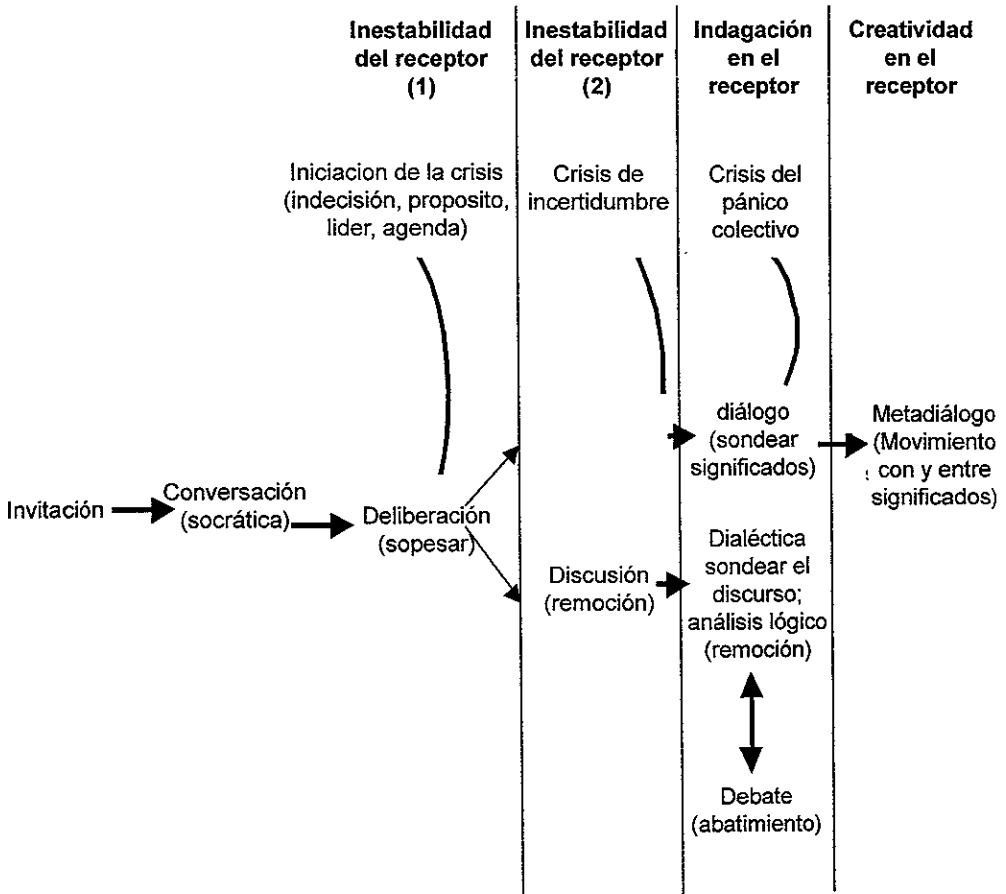


Figura 5.- Fases sobre el desarrollo del diálogo propuesta por Isaacs, 1996.

Las fases se describen de la siguiente manera:

- 1. Inestabilidad del receptor (1).** - durante la cual los miembros se concentran con seguridad y confianza en hablar sobre el contenido pero con paradigmas inestables diferentes a los que se les pide usen en la sesión, se conducen con esperanza y anhelo de mejorar el nivel de comprensión que tienen, pero con el sentimiento de que no hay posibilidad de que su deseo se haga realidad.

La actividad para promover esta inestabilidad es una experiencia «iniciadora de crisis», la cual, cuando se mueve «a través de», se dirige a la:

- 2. Inestabilidad en el receptor (2)** .- en la cual los miembros luchan con la polarización de opiniones y el desencadenamiento del conflicto que les causa la fragmentación del contenido y el encuentro con las nuevas reglas las cuales pueden intentar ser transferidas o detenidas a través de la experiencia o aclaradas en el encuentro con las profundas creencias y suposiciones personales. Los estudiantes también desarrollan un nuevo lenguaje y nuevas percepciones cognitivas sobre lo que está bien en el nuevo nivel de conocimiento, como que ya casi «llegan a la meta» o meditar como ocurre el proceso. Así mismo la gente comprometida muestra profundo interés sobre los significados de los contenidos a estudiar.

Las acciones que ilustran este momento son: una «crisis de incertidumbre» resultado de cuando los miembros fallan al «señalar» las ideas de otros dirigiéndose como primer intento a suspender las suposiciones personales dichas públicamente y que los dirige a:

- 3. Buscar en el receptor.**- en la cual los participantes realizan un gran intercambio y presentan tendencias regresivas. Todos luchan con la polarización y el conflicto que surge de los conocimientos fragmentados o del choque de las creencias personales y suposiciones sobre el contenido.

La gente crea «ídolos» sobre pensamientos sacados de su experiencia, incluyendo sobre el proceso de diálogo y viven sobre ese ideal. Isaacs, Op.Cit. menciona que el diálogo en esta parte es iconoclastico, por lo que la gente vive sobre la experiencia presente no sobre la experiencia almacenada en la memoria, esto abre la posibilidad para la:

- 4. Creatividad en el receptor.**- en el cual los miembros empiezan a pensar generalmente y surge la nueva comprensión basada en una percepción colectiva, es decir, la posibilidad de que surja de entre la el pensamiento de la gente, nuevos principios.

Las personas que quieren facilitar el diálogo deben entender que se requieren modelar las conductas y que la naturaleza de la transformación conceptual que puede ocurrir a través del diálogo está basada en procesos internos del hombre.

Algunas estrategias que Jenlink y Carr proponen son:

- 1) Hacer que la comunidad cambie el sistema verbal más que cambiar dentro del sistema (planear las actividades de diálogo más que improvisar conforma se vaya desarrollando la conversación);
- 2) Identificar y seleccionar un facilitador para propiciar un diálogo exitoso;
- 3) Identificar las «voces», es decir, permitir que las personas hablen y propiciar que sean escuchadas en un proceso democrático que propicien una honesta participación;
- 4) Construir la capacidad de participación comprometida en los estudiantes a través de construir un lenguaje común;
- 5) Comprometerse con diálogos que permitan sobresalir la comprensión tácita y las rutinas de cambio como forma de vida, que sean capaces de permitir desechar las suposiciones personales, juicios y defensas irracionales;
- 6) Centrarse en la construcción y conciencia colectiva, de pensamiento colectivo que permite la creación de una visión compartida.

Como ejemplo, Isaacs, Op.Cit. nos ofrece en la siguiente Tabla 1, los elementos críticos que aparecen en el proceso de diálogo que posteriormente, en un momento de este documento, aparecerán adaptados como factores de medición.

Más adelante describiremos las conclusiones a las que llegaron en sus estudios ya que también servirán de guía para la evaluación del diálogo desarrollado por los sujetos de mi experimento.



**Tabla 1.** Elementos críticos que aparecen entre los procesos del diálogo.

	<b>I Inestabilidad del receptor</b>	<b>II Inestabilidad en el receptor</b>	<b>III Indagación en El receptor</b>	<b>IV Creatividad en El receptor</b>
Elementos Centrales	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Incoherencia de los antecedentes tácitos</li> <li>-Inconsciencia de los antecedentes tácitos</li> <li>-Evocación de los sueños o ideales compartidos</li> <li>Choque de paradigmas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigación de «nuevas» reglas</li> <li>-Investigación de nuevo lenguaje</li> <li>-«Ir hacia la «meta»</li> <li>-Modelo de enfrentamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Buscar significados</li> <li>-Insight</li> <li>-Tendencias regresivas: ideología; en grupos y fuera de grupos, panoramas parciales, auto-complacencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Surgimiento de la conciencia del pensamiento colectivo</li> <li>-Abatimiento de la sintaxis verbal y surgimiento de nuevas articulaciones conectadas al sentido</li> <li>-Conciencia de la estructura total</li> </ul>
Crisis	Incertidumbre individual: «No tengo un punto de vista»	Incertidumbre colectiva: «No tenemos un punto de vista»	Miedo al pánico colectivo: «consecuencias encubiertas al tener que crear un mundo fragmentado.	
Contenido emocional dominante	VERGUENZA	ENOJO	MIEDO	JUBILO

Es diferente el proceso para diseñar una conversación que para observar un diálogo o una conversación dialéctica o una discusión. Lo importante en este caso es contemplar cualquiera de ellas en el proceso de intercambio de ideas y, en particular para esta investigación, contemplar y medir las características de diálogo con la computadora al interactuar tanto en forma individual como colectiva.

El proceso dialógico con la computadora implica un enfrentamiento con uno mismo, promueve la autoconversación y discusión muy acuciosa, porque permitetener una herramienta de control para los procesos cognitivos y meacognitivos que hace evidente en el mismo momento las operaciones mentales y los errores que estoy come-

tiendo al poner en acción dichas operaciones. El lenguaje de la computadora por sí mismo es un motivador del trabajo cognitivo porque implica adquirir un metalenguaje, pero, en otro sentido, hablar con la computadora es evaluar nuestros propios estados mentales con respecto al conocimiento.

## **2.2 EL PUNTO DE PARTIDA HACIA EL CAMBIO CONCEPTUAL.**

### **2.2.1 Las preconcepciones, ideas alternativas y concepciones erróneas.**

Estudiar el camino por el que se debe transitar para llegar a obtener una verdadera transformación conceptual implica forzosamente explorar lo que tienen las personas en el cerebro cuando inician su instrucción, es decir, Driver, op.cit., (1986) menciona que las tres características principales del constructivismo que deben tomarse en cuenta porque de ellas parten todos los trabajos realizados a su alrededor son:

- 1.- Lo que hay en el cerebro del que va a aprender tiene importancia.
- 2.- Encontrar sentido supone establecer relaciones.
- 3.- Quien aprende construye activamente significados.

El cerebro de los estudiantes no es una tabla rasa sin ninguna idea antes de la instrucción, los alumnos llegan a la escuela con ciertas hipótesis sobre lo que existe a su alrededor. (Rosenshine, op.cit., 1995).

Las concepciones previas son representaciones o marcos alternativos de los alumnos o ideas intuitivas, que abarcan los puntos de vista de los estudiantes sobre el mundo.

Estas ideas se las imponen ellos mismos, en términos de sus experiencias, conocimientos y uso del lenguaje, antes de tomar una instrucción formal. (Osborne, op.cit., 1993; Driver, op.cit., 1986; Serrano y Blanco, 1988).

Su origen puede encontrarse en: **la experiencia y observaciones de la vida diaria, el uso del lenguaje y el refuerzo de la cultura.** (Serrano y Blanco, op.cit., 1988), por lo tanto podemos concluir que los alumnos llegan a las aulas con, por lo menos, una noción, cuando menos sensorial y subjetiva, de lo que es el fenómeno a estudiar.

La dirección que toman los estudios de las preconcepciones se centra en los trabajos de Ausubel, (1976) (citados en Pozo, op.cit., 1987 y op.cit., 1989, Alvarez, et.al. 1993) al definir las como factor determinante para que su aprendizaje sea significativo (Toulmin, op.cit., 1972).

Sobre el tema se empiezan a desarrollar diferentes corrientes de estudio conocidas en la literatura como: la ciencia de los niños, los marcos alternativos, las concepciones alternativas, los errores conceptuales, los preconceptos o representaciones de los alumnos. ( Resnick, op.cit., 1989; Serrano, op.cit., 1987, Driver, op.cit., 1986; Alvarez, et.al. 1993) y,

### **Las concepciones alternativas se pueden caracterizar porque:**

- a) Son estructuras o esquemas mentales de los alumnos con un nivel bajo de coherencia interna, permeadas por errores de información o errores de concepción que necesitan reconsiderarse para que la coherencia interna sea más apegada a la realidad,
- b) Son construcciones personales,
- c) Tienen un grado de validez, aunque sean contradictorias para el maestro,
- d) Los alumnos tienen gran resistencia a cambiar sus preconcepciones y,
- e) Las representaciones de los alumnos tienen cierta similitud con las concepciones de los científicos en las etapas primarias de la historia de la ciencia. (Pozo, op.cit., 1987). (ver figura 6)

Las metodologías seleccionadas para estudiar las preconcepciones pasan por una continua "dimensión conceptual-fenomenológica" (Driver y Erikson, 1983) en la que, al principio, se busca poner de manifiesto el "conocimiento proposicional" de los alumnos o bien su "conocimiento en las acciones".

Para tal caso se le cuestiona sobre sucesos o fenómenos utilizando técnicas de asociación de palabras, de asociación libre, elaboración de redes conceptuales, elaboración de mapas conceptuales o proposicionales para evidenciar el plano conceptual del alumno y posteriormente, para explorar el plano fenomenológico, tales tareas que son presentadas a los estudiantes con información perceptible y en las que se solicita a los sujetos describan las reglas o las teorías que están utilizando para usar su teoría. (Esta técnica puede realizarse en el salón de clase y filmarse o grabarse en audiocassetts para inferir los esquemas conceptuales utilizados por los estudiantes.) (Pozo, op.cit., 1987)

Diversos investigadores coinciden en señalar la presencia de ideas previas en los alumnos a quienes se les quieren enseñar conceptos científicos dirigidos a campos específicos del conocimiento como Física, Química y Biología (para una mayor información sobre el tema véase: Driver, op.cit., 1989; Johnstone y Monihan, op.cit., 1985; Llorens y Llopis, 1987; Serrano, op.cit., 1987; Ton y Ferguson, 1986; Pozo, op.cit., 1991; Vosniadou, op.cit., 1994).

Estos estudios han afrontado problemas fundamentales como:

- *¿Qué concepciones alternativas tienen los estudiantes en estos campos específicos de conocimiento?*,
- *¿Cómo el conocimiento es adquirido en diferentes disciplinas científicas?*,
- *¿Qué es lo que conocen los estudiantes en temas específicos de estas ciencias? así como,*
- *¿Cuál es el proceso que siguen al adquirir, representar y utilizar estos conceptos?. (Alvarez, et.al., 1993)*

La psicología cognoscitiva proporciona una alternativa para contestar estos cuestionamientos, esto es, estudiando el aprendizaje a partir de la instrucción y de la acción responsable del alumno de su propio aprendizaje, como un proceso interno, que genera habilidades en este para construir un significado a partir de la experiencia (Wittrock, op.cit., 1989).

García , op.cit., (1995), en un estudio sobre el aprendizaje de conceptos físicos en el bachillerato encontraron que los estudiantes sólo tienen un recuerdo de términos o palabras y que en su memoria semántica no tienen una representación estructurada, ya sea conceptual o al menos fenomenológica.

Los estudiantes que estudian en las áreas físico-matemática o químico-biológica, cuya experiencia en el conocimiento de éstos conceptos es más frecuente, muestran mayores relaciones y mejores organizaciones conceptuales que los alumnos que estudian en el área de las ciencias sociales.

La comparación entre expertos y novatos muestra también diferencias significativas entre las formas de organización conceptual y las relaciones atribuidas entre conceptos.

Los expertos presentan mayores relaciones entre un mayor número de conceptos relacionados con los componentes del fenómeno más que con sus expresiones fenomenológicas, que en los novatos es más frecuentes.

El análisis precedente conduce a intentar comprender las condiciones específicas de estas ideas en el contexto de la química, especificar la integridad conceptual y metodológica de la ciencia y realizar un análisis comparativo para descubrir los caminos que conducen al cambio conceptual. En el siguiente párrafo se explican algunos hallazgos en este terreno intentando clarificar las dudas al respecto.

### **2.2.2 Las ideas previas de los alumnos con respecto a la química.**

Se considera importante empezar este apartado reflexionando sobre la aseveración de que para intentar el cambio conceptual y metodológico verdadero en las preconcepciones de los estudiantes debe haber un acercamiento entre la lógica de las disciplinas de la enseñanza y la lógica de la ciencia misma, situación que parece ser inexistente en los programas de estudio de las escuelas encargadas de la enseñanza de las ciencias.

En este sentido parece ser que los diseños instruccionales que se han empleado en diferentes escuelas para enseñar química y los textos utilizados para el mismo fin, carecen de la correspondencia entre, la preparación que brinda a sus estudiantes con el nivel de desarrollo científico-tecnológico y cultural que ha logrado la humanidad con respecto a la disciplina.

Este último aspecto presenta una especial complejidad para la enseñanza por la diversidad cualitativa que representa difundir los contenidos (cada vez más crecientes) con la integridad conceptual de la propia disciplina que, se ha visto fraccionada, tanto por razones pedagógicas como por aspectos del periodo metafísico del desarrollo de la propia disciplina.

Ferro y González (1995) afirman que como base del sistema de núcleos conceptuales debe ser adoptado el objeto de estudio de la química, que transita desde el concepto de movimiento químico de la materia (de valor generalizador en los cursos de química) hasta el de *reacción química (de significación operacional en la organización y explicación de los contenidos)*.

Es por este motivo que en los planes de estudios como en los textos debe enmarcarse el estudio de la química general para que familiarice a los estudiantes con su objeto de estudio y para que los alumnos pasen de, la formulación de núcleos conceptuales generales que resumen lo esencial y más general del pensamiento químico moderno, a los conocimientos particulares (nuevos), que el diseño instruccional favorezca las operaciones mentales de deducción-inducción que es la que más utilizan, en la química los conceptos generales que estarían involucrados con el estudio de la mezcla, compuesto y elemento son: el aspecto estructural, el termodinámico y el cinético en donde se observan las características de la reacción química.

Al respecto, el autor afirma:

“...En la práctica del proceso de enseñanza-aprendizaje según el modelo que se discute, los núcleos conceptuales son punto de partida y retorno de la actividad cognoscitiva. El proceso transcurre como un tránsito complejo y sistemático y bidireccional entre lo general (núcleos conceptuales) y lo singular (conocimientos químicos individuales)...” (pag. 173).

En este sentido los núcleos conceptuales primarios estarían compuestos de las ideas previas o alternativas con las que los alumnos empiezan su aprendizaje y al cual retornarían después de introducir o modificar a la red conceptual de su mente nuevos elementos y relaciones, sin embargo, cuando las resistencias a la transformación cognitiva son muy fuertes por parte del estudiante o la presentación de los contenidos y/o acercamiento a estos es incomprensible para los alumnos se presentan ideas erróneas producidas por la imposibilidad de la mente para activarse deductivamente e inductivamente o por que conceptos muy particulares que forman parte de las operaciones metodológicas más que de los elementos primarios de la estructura conceptual en la enseñanza del aprendizaje de la química son los ejes rectores de la explicación del fenómeno químico.

El núcleo conceptual primario debe cumplir su cometido como estructurador de todos los conocimientos químicos y para esto «debe satisfacer simultáneamente las condiciones de generalidad y operacionalidad; generalidad para «conducir» metodológicamente el proceso y operacionalidad para posibilitar la construcción del sistema de conocimientos» (Ferro y Gonzalez, op.cit., pag. 174), por esta razón en este estudio se sostiene la tesis de que la comprensión de la sustancia y sus transformaciones debe esperar que las ideas previas de los alumnos tengan incluido en su red semántica la idea de movimiento químico de la materia porque este núcleo conceptual, por su generalidad permite entender el concepto de reacción química y los conceptos y condiciones experimentales de presión, temperatura, composición del sistema reaccionante, etc.

Sin embargo, Landau y Lastres, (1996) concluyen de sus investigaciones que a pesar de que todo parece indicar, que el tema queda claramente comprendido por los estudiantes, existen muchas evidencias de que los alumnos piensan que la masa no cambia o no se conserva; que muestran incomprensión en cuanto a la movilidad de las partículas que forman la materia y sus intercambios energéticos y covalentes (formación o rompimiento de enlaces); muchos estudiantes se fijan más en el estado final de la transformación que en el estado inicial y que sólo pueden ser explicados los fenómenos percibidos sensorialmente, los que no son excluidos de toda explicación posible. (Driver, 1985, Llorens y Llopis, 1985, Anderson 1986, Ben-Zvi, Eylon y Silberstein, 1987, 1988) Osborne, Cosgrove y Schollum, 1982, Bodner, 1991, Gilbert, Osborne y Fershan, 1982, Pozo, Sanz Gómez, Crespo y Limón, 1991 Oñorbe y Sánchez, 1992, citados por Landau y Lastres, op.cit, 1996).

Ferro, González-Jonte y Cruz, Op.Cit. 1995) confirma las aseveraciones expresadas en los párrafos anteriores concluyendo que:

- 1) Los estudiantes están determinados por la falta de una clara comprensión del objeto de estudio de la química. (Ciencia de las sustancias y sus transformaciones). Tienen una visión confusa sobre la naturaleza de los diferentes fenómenos naturales (físicos, químicos y físicos-químicos) sin encontrar lo peculiar y diferenciante de los cambios químicos. Es decir, no alcanzan a comprender la transformación cualitativa de la naturaleza de la sustancia de acuerdo a las relaciones cuantitativas - molares - exactas, reproducibles y definidas para determinadas condiciones experimentales de presión, temperatura, composición del sistema reaccionante, etc.
- 2) Los estudiantes no son capaces de diferenciar las esencias de los enfoques clásico y cuántico en el estudio de la estructura de la sustancia o de otra manera dicho, del estado de reposo e inercia del estado estructural estable en las especies moleculares en relación con la mecánica y la termodinámica, es decir alrededor del concepto de energía de enlace y energía química.
- 3) La acción del calor y la participación del agua en la agregación y desagregación de la masa, independientemente de su naturaleza energética y como compuesto químico respectivamente, es un fenómeno que ocasiona grandes problemas de comprensión en la estructura semántica de los alumnos cuando estudian las reacciones químicas.
- 4) Todo parece indicar que predomina en los estudiantes una comprensión de carácter sincrético, no diferenciada donde se mezclan explicaciones clásicas y cuánticas sin la observancia de la abrumadora distancia que los separa. La expresión más alta de este hecho por sus consecuencias negativas en la formación de un correcto cuadro químico del mundo en los estudiantes, es la ausencia de distinción de las causas del enlace -covalente, (compartición de un par o más de electrones por cada uno de los átomos que forman la molécula) según las concepciones clásicas y cuánticas
- 5) Debido al sincretismo observado, para los estudiantes la idea de los orbitales, los números cuánticos, el espín, etc. Queda despojada de su plataforma metodológica sin la cual se pierde la comprensión meridiana del asunto.
- 6) Por otro lado los alumnos cometen el error de no tratar otros temas referidos a la estructura de la sustancia (como la agregación molecular y el estado sólido), generalmente se resuelven de forma clásica en los cursos de formación de profesores, por incluir el tratamiento cuántico del átomo y el enlace químico; quedando todo a medias: de una parte el estudio de la estructura en toda la diversidad fenomenológica y, de otra, el enfoque cuántico de las cuestiones estructurales.

- 7) Las dificultades en el aprendizaje de los estudiantes tienen su antecedente en el proceso de enseñanza. En la literatura docente y en las conferencias de los profesores se observa una pobre diferenciación conceptual y metodológica de los métodos clásico y cuántico de estudio de la estructura de la sustancia.

En el caso de los conceptos mezclas, compuestos y elementos, parece ser que el origen de las preconcepciones de los alumnos, que han creado una gran resistencia al cambio, se ubica, como ya se mencionó, cuando los maestros abordan su estudio a través del agua, porque identifican este último concepto como el núcleo conceptual y tratan de entender los elementos, las mezclas y los compuestos como si fueran los conceptos específicos derivados del agua.

En este sentido, la estructuración curricular del programa contraviene la suposición de que el aprendizaje exitoso depende de la calidad del aprendizaje del núcleo conceptual básico que, debe satisfacer las condiciones de generalidad y operacionalidad para que el alumno tenga, metodológicamente, la forma de conducir la operación de la construcción del conocimiento. En los textos más utilizados en el bachillerato aparece la definición de los conceptos mezcla, elementos y compuestos como las sustancias con los que trabaja el químico, por ejemplo (Ocampo, Fabila, Juárez, Monsalvo, y Ramirez, 1994):

- Los elementos son sustancias simples que no pueden descomponerse por medio de métodos químicos ordinarios en algo sencillo. Se clasifican en: compuestos y mezclas.
- Los compuestos son sustancias que resultan de la unión química de dos o más elementos en proporciones definidas, se combinan, de tal manera que, ya no es posible identificarlos por sus propiedades originales e individuales y sólo una acción química los puede separar.
- Las mezclas son el resultado de la unión física de dos o más sustancias (elementos o compuestos) que al hacerlo conservan sus propiedades individuales. La composición de la mezcla es variable y sus componente siempre podrán separarse por medios físicos o mecánicos.

Como puede concluirse, los tres conceptos forman parte de la masa (propiedad de la materia constituida de partículas cuyo conjunto se denomina sustancia) y esta a su vez, está inmersa en la estructura (ordenamiento de los elementos sustanciales para cada estado de movimiento del sistema material como un todo, aspecto formal del movimiento químico de la materia cuya expresión, en el espacio, es la geometría molecular) que conforman los aspectos de la reacción química (proceso tiempo-dependiente en el que cada instante es un ordenamiento estructural concreto estable o no debido a la inagotabilidad de la materia y que algunos pueden ser fijados o reproducidos por el hombre estableciendo un instante y un estado de evolución cualitativa de la materia).



La comprensión de estos estados de las características de la masa que evidentemente son inclusivas requiere que los alumnos desarrollen su capacidad intelectual de deducir e inducir en el pensamiento la acción dinámica de las reacciones químicas. **Si la química es concebida como la ciencia de las sustancias y sus transformaciones**, es inminente la necesidad de conocer las propiedades de dichas sustancias pero previamente haber entendido el concepto de movimiento químico.

El movimiento químico se distingue de los otros movimientos, (físico y mecánico) en que transforma cualitativamente la naturaleza de la sustancia y tiene efecto en función de situaciones molares, exactas, reproducibles y definidas en condiciones experimentales de presión, temperatura, etc. (aspecto de relaciones cuantitativas).

De la estructura, entonces, se desprende la ubicación de los conceptos elementos, compuestos y mezcla en la reacción química, como consecuencia de las transformaciones de la materia o como las sustancias que se utilizan para provocarlas, es decir, su movimiento determina el tipo de reacciones y su composición o descomposición de acuerdo a lo que el investigador, maestro, alumno o trabajador demandan.

Evidentemente que esta reflexión contradice la idea pedagógica de generar como núcleo general el concepto del agua para la enseñanza de la composición de la materia y las reacciones químicas, dado que este término está definido como un compuesto, que si bien genera muchas reacciones químicas y es el compuesto más usado para provocarlas, sigue siendo un compuesto más y debe diferenciarse de las características y funciones atribuidas a los elementos y mezclas. (Ferro y Gonzalez-Jonte, Op.Cit., 1995)

Al analizar los libros de texto más comúnmente usados en la educación elemental (primaria), secundaria y en el bachillerato podemos encontrar que al referirse a los contenidos relacionados con química, la mayoría están enfocados a estudiar las características del agua y sus efectos en los estados de agregación de la materia (sólido, líquido y gaseoso) pero la mayoría de estos textos tienen la misma información, el mismo grado de dificultad (se escriben las definiciones tal cual y sólo cambian los ejemplos) sin respetar el grado escolar, lo atractivo de los textos está más en función de la ilustración de los fenómenos pero la estructuración de la secuencia didáctica está disociada y poco enriquecen las variedades cualitativo fenomenológicas que se observan en el mundo químico.

El interés de la enseñanza mexicana es que los alumnos aprendan a manipular y controlar estos movimientos y las reacciones químicas de las sustancias, este proceso ocurre con transformaciones radicales de la estructura de la sustancia (responsables del cambio cualitativo en la naturaleza de la sustancia), pero los alumnos ocupan demasiado tiempo estudiando los componentes y la reacción del agua en especial, más que en entender que **la reacción química es un proceso energético que**

ocurre espontáneamente, con una dirección específica y con una extensión dada y en la cual están involucrados tanto elementos, como compuestos y mezclas y que, la determinación o selección u observación de cada una depende de esta reacción.

La idea de empezar la instrucción a partir del concepto del agua porque este compuesto es muy familiar a la experiencia de los alumnos y por ende la comprensión de las transformaciones y composición de la materia va a ser fácilmente comprensible para los alumnos es poco promisoría. La confusión que se crea en la mente de los alumnos es que el agua es una mezcla, ya que al estudiar el agua lo hacen a partir de una mezcla que los maestros les preparan, regularmente, de agua contaminada o una sopa, algún elemento familiar como el pastel, etc. y consideran que en el momento de realizar la separación de los componentes de estas mezclas están separando los componentes del agua solamente, por otro lado la transferencia del fenómeno natural hacia una abstracción como o es una fórmula no se logra por que la ubicación de los estados de agregación en las mentes de los alumnos como características de la masa a partir de una reacción química o en su caso física, por el calor no es precisa y está confundida porque los alumnos enfocan su interés sobre el resultado de la reacción más que en las causas y las transformaciones de las sustancias. Ferro y González-Jonte (Op.Cit.1995) al hablar de la reacción química afirma:

“ Se trata de un proceso que transcurre en el tiempo y a través de un conjunto de pasos que conforman un “mecanismo” aunque se trate del más elemental de los procesos químicos.

Caracterizada completamente la reacción química como fenómeno natural – con el auxilio de sus aspectos,- es posible el tránsito de la definición general-filosófica anterior a una definición operacional que dé solución a los problemas concretos del tratamiento de los diferentes conceptos de los cursos de química.” (Perera, 1992).

En la figura 6, se observa el esquema propuesto por Ferro y González-Jonte donde identifica los núcleos más generales y ubica los temas de estudio y los conceptos individuales que se intenta que los alumnos aprendan en el curso de bachillerato:

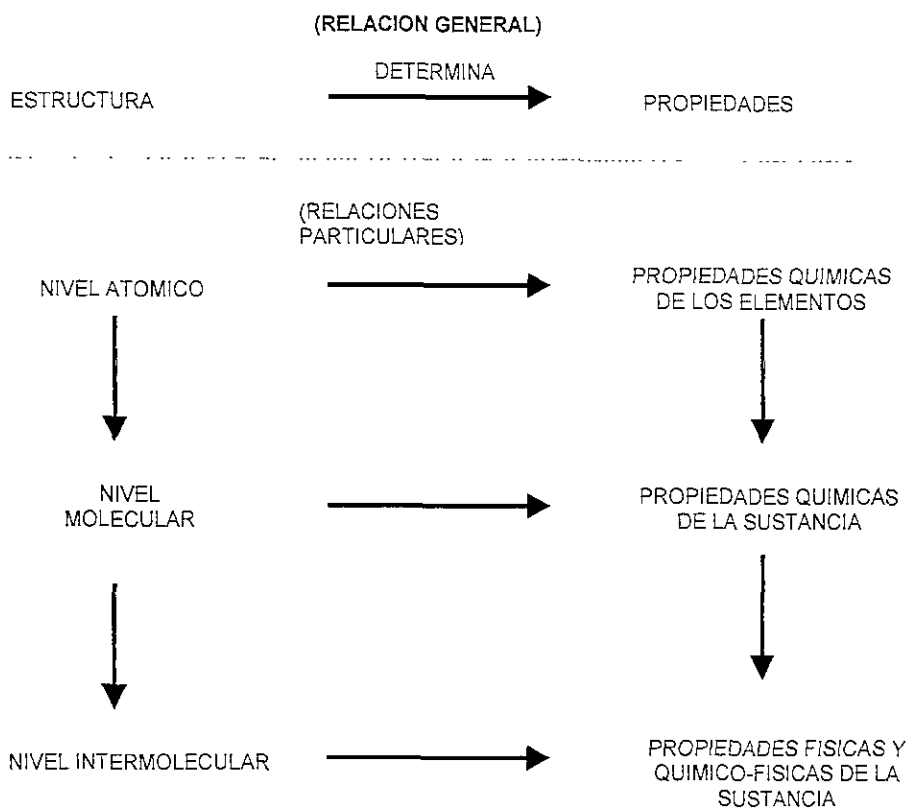


Figura 6.- Núcleos conceptuales más generales, temas de estudio y conceptos individuales que se intenta aprendan los alumnos de bachillerato según Ferro y González-Jonte

Realización de la determinación Estructura-propiedades por niveles de complejidad en la organización del mundo material. Principio rector en la selección y explicación de los contenidos sobre la estructura de la sustancia. <sup>4</sup>

Este estudio también ha mostrado las bondades del uso de las redes semánticas como instrumento de investigación para la evaluación de la representación del conocimiento. Su uso como auxiliar didáctico también es posible tanto para realizar pre y post evaluaciones de una materia de estudio, como para explicitar las relaciones entre conceptos de expertos en el campo, ya sean investigadores, maestros, o libros de texto.

<sup>4</sup> Estructura del modelo didáctico del cuadro químico del mundo propuesto por Ferro y las relaciones paralelas con los contenidos que los alumnos deben aprender

### 2.2.3 La organización de las ideas.

Sigler (1993) citada por Vosnadiou, (1994) indica que el pensamiento, entendido como la representación que las personas se hacen de la realidad y que es una resultante del proceso de pensar supeditada a la interpretación personal del cognoscente, no es una escalera caracterizada por un súbito y monolítico cambio que ocasiona un alto nivel de funcionamiento, sino que este proceso es semejante a una serie de ondas sobrelapadas que indican múltiples estrategias cuyos cambios funcionales se observan en un estilo ondulatorio. Propone que para entender mejor cómo se usan las estrategias para el cambio en el tiempo y cómo las estrategias son creadas necesitamos desarrollar métodos microgenéticos que permitan examinar el cambio mientras toma lugar en un largo periodo de tiempo.

La estructura del pensamiento está compuesta de los conceptos que conforman las diferentes parcelas del conocimiento (segmentos de conceptos interrelacionados que explican una parte de la realidad en forma coherente, congruente y completa) y las relaciones que se establecen entre ellos, "...La finalidad del pensamiento es establecer relaciones entre conceptos y la instrucción o enseñanza debe tender a su facilitación. Un concepto es la representación, en función de atributos relevantes o críticos, de objetos o eventos que posean propiedades semejantes." Estos pueden ser concretos o abstractos, pueden estar en un alto porcentaje en la mente de las personas y se organizan inclusivamente de acuerdo a la relevancia que tenga para explicar el fenómeno a estudiar (Castañeda y Acuña, Op.Cit. 1996, pag. 26). Por ejemplo, Chi, Slotta, y Leeuw, (citado en Vosniadou, 1994) plantean que los estudiantes en su organización conceptual caracterizan los conceptos en una determinada posición según sus creencias y este es el sentido que ellos le asignan y entienden, para ellos el cambio conceptual ocurre cuando la categoría, a la cual el concepto es asignado, cambia.

Castañeda y Acuña, (Op.Cit., 1996) afirman que la calidad del aprendizaje depende de la habilidad del novato para organizar y representar el conocimiento y de la riqueza de la base que el alumno posea por lo que el diseño instruccional debe tomar en consideración: la estructura conceptual que los alumnos aportan al para iniciar su cambio, la naturaleza de los contenidos, la estructura del experto o del maestro, en su caso y las metas perseguidas en la enseñanza.

Cuando pensamos y conformamos una estructura podemos identificar algunas características, como son:

- a) Debe tener las relaciones (finitas y definidas sobre los elementos y otras de orden superior definidas sobre las relaciones entre elementos y/o sobre otras relaciones de orden superior) pertinentes y suficientes entre los conceptos para ayudarle al novato a explicarse la realidad y a utilizarlo para resolver problemas referidos a ese contenido.

- b) Debe corresponder a los aspectos discretos y simbólicos de una realidad, cada aspecto es resultado o está relacionado con una percepción, proceso, etc. (Castañeda los define como entidades psicológicas).
- c) Los conceptos (concretos o abstractos) y relaciones entre estos deben estar *codificados*.
- d) Debe generalizarse de manera que se entienda como elementos, no sólo los conceptos en sí, sino conjuntos de estructuras.
- e) Es reflejo del método de análisis utilizado por el novato para organizar sus conocimiento
- f) Algunas estructuras pueden estar más constituidas que otras, versiones fuertes (teorías científicas) y débiles (ideas ingenuas) que se interrelacionan entre sí causando desequilibrio en las preconcepciones.
- g) La representación puede ser estática (descriptiva) o dinámica (cambiante), la primera ofrece patrones de conceptos, la segunda procedimientos, pasos o cambios de estado y ambos, reglas diferentes para los dos tipos de representación.

Margarita Castañeda y Carlos Acuña (Op.Cit. 1996) señalan los siguientes tipos de estructura:

- a) la estructura de aprendizaje por jerarquía de relaciones que son requisito para el aprendizaje nuevo. Se simboliza como:  
**el alumno debe saber X antes de poder aprender Y.**
- b) La estructura o jerarquía procedural que se divide en: 1) Relaciones procedurales de requisito o relaciones de secuencia dentro de un mismo procedimiento y, 2) Relaciones de decisión entre procedimientos alternativos.

Se simbolizan:

**hay que hacer X antes que Y,**  
**dada cierta condición debe hacerse X en vez de Y ó Z**

- c) La estructura taxonómica o de relaciones de super, co o subordinación, cuyas clases establecen una relación de pertenencia inclusiva a un supraordinado o la subordinación se refiere a los componentes del supraordinado. Se simbolizan así:  
**X es una variedad de Y**  
**X es una parte de Y**

d) La estructura teórica o modelo que muestra las relaciones de encadenamiento entre conceptos cuya finalidad es que se entiendan las relaciones causales, es decir explica cuál será el resultado de cierta acción y porqué.

Los autores proponen tres suposiciones para explicar la teoría del cambio conceptual: una epistemológica relacionada con la naturaleza de las entidades; una metafísica con respecto a ciertos conceptos científicos y una psicológica relacionada con las suposiciones ingenuas de los estudiantes. La primera suposición, *epistemológica*, establece que las entidades en el mundo pueden ser vistas como pertenecientes a categorías ontológicas diferentes. Las tres categorías principales que establece el autor son: MATERIA ( o PENSAMIENTOS), PROCESOS Y ESTADOS MENTALES. Esta jerarquía contiene otras subcategorías como se muestra en la Fig.3 que han aparecido en patrones y atributos ontológicos. Todas las entidades en el mundo pueden pertenecer a uno de los tres (o a más) árboles.

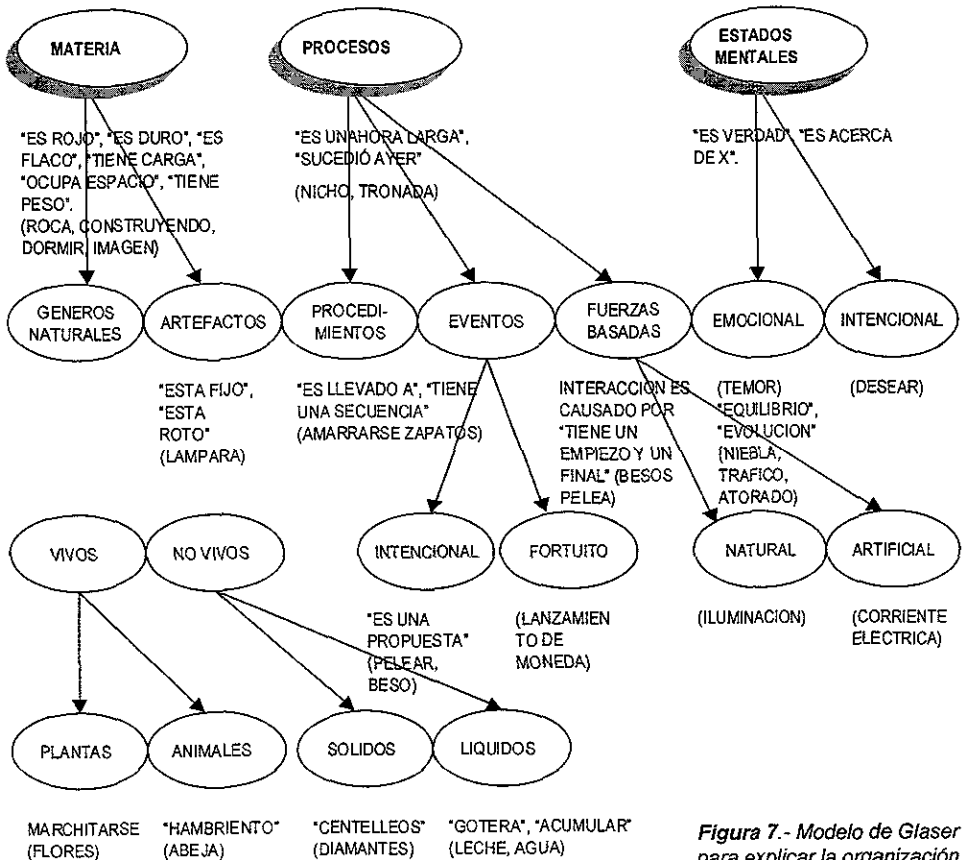


Figura 7.- Modelo de Glaser para explicar la organización jerárquica de los conceptos.

Las categorías de los tres árboles son ontológicamente diferentes, por ejemplo la categoría de “cosas vivientes o sólidas” de la MATERIA; no puede ser igual a la categoría “ocurrencia de eventos naturales” en PROCESOS.

El criterio de no-sobrelapación de atributos puede ser usado para saber si dos categorías del mismo árbol son ontológicamente distintas o no.

La suposición *metafísica* se refiere particularmente a la naturaleza atribuida a ciertos conceptos, sus propiedades, principios y causas primera. Los atributos de esta categoría son: no empiezan o finalizan, no son progresivos, son causales, uniformes en magnitud, simultáneos, estáticos, en movimiento, y así sucesivamente. Esta suposición establece que los alumnos pueden ubicar los conceptos en la categoría de procesos pero casi siempre la ubican en la subcategoría de fuerzas basadas en la interacción confundiendo con la subcategoría evento o procedimiento.

Las suposiciones *psicológicas* se relacionan con el status ontológico que los alumnos le dan a los conceptos científicos, en física, las concepciones “alternativas”, “inocentes”, “iniciales” o “erróneas” de los alumnos sobre conceptos como luz, corriente eléctrica y fuerza son categorizados como géneros de MATERIA, o también como propiedades de sustancias materiales. Los errores que cruzan límites ontológicos pueden ocurrir en varias disciplinas y en varios niveles de análisis.

Los autores piensan que los conceptos científicos son difíciles de aprender por el desajuste o incompatibilidad (hipotética) entre las categorías que los estudiantes presentan en el contexto instruccional y la categoría ontológica a la cual el concepto científico pertenece. Cuando esto sucede, entonces, los estudiantes requieren un verdadero cambio conceptual, es decir los conceptos deben ser reasignados en las categorías determinadas en los árboles.

La contrastación de los conceptos bajo las tres suposiciones produce incompatibilidad hipotética, la cual puede explicar porqué algunos conceptos son particularmente duros de aprender. En la medida en que los conceptos que deben ser aprendidos son incompatibles con las concepciones iniciales es necesario tomar en cuenta que **las concepciones ingenuas tienden a:** a) robustecerse, es decir, hacerse fuertes al cambio; b) Consistentes en presentarse, las concepciones erróneas, al mismo tiempo y en diferentes situaciones; c) Persistentes en presentarse en diferentes años y niveles escolares; d) Homogeneizarse entre los estudiantes el error; e) Recapitular o profundizar a través de periodos históricos el mismo error; y f) Sistematizar el error en una coherente teoría o en fragmentarla.

Los trabajos de Chi y sus colaboradores, op.cit., (1994) proporcionaron evidencia sobre su teoría resumida en las siguientes conclusiones: 1) Las concepciones inocentes de los alumnos están basadas en la MATERIA, lo cual requiere un cambio ontológico en orden; 2) Los novatos no hacen uso de los procesos predictivos verdade-

ros de estos conceptos, presumiblemente porque no tienen ninguna subcategoría ontológica o lo tienen procesado en la ontología MATERIA, y 3) los expertos mantienen claramente una distinción ontológica de las categorías para los conceptos físicos la cuál parece consistente con la propuesta de restringir basado en la interacción ontológica.

A partir de estos hallazgos, se concluye que, visto de esta manera, el proceso para llegar al cambio conceptual se puede diseñar la instrucción más eficazmente clarificando y reasignando los conceptos de los alumnos a las categorías ontológicas a las que realmente pertenecen provocando la incompatibilidad hipotética en los alumnos con estrategias, como las redes naturales, que les permitan a los estudiantes y a los maestros si el problema es epistemológico, metafísico o psicológico.

## **2.2.4 Aproximaciones al estudio de la organización de las ideas previas.**

### **2.2.4.1 La comparación de expertos y novatos.**

Otro recurso que según Pozo, op.cit., (1987) y Villani, op.cit., (1992) puede ayudarnos a confeccionar las condiciones idóneas para propiciar el cambio conceptual es la investigación histórico-filosófica de la ciencia. La analogía entre las ideas de los viejos científicos y los estudiantes nos puede mostrar las características de los cambios científicos que han sido usados para entender el aprendizaje de los estudiantes de las ciencias. A partir de estos estudios se desprende la idea de comprender a los alumnos como novatos y a los maestros como expertos, de la misma manera en que el aprendiz de científico fue formado para serlo y los caminos intelectuales que utilizó para conformar una teoría revolucionaria.

Pozo op.cit., (1987) a partir de los numerosos estudios comparativos entre expertos y novatos concluye que el paso de un estado a otro requiere cambios cuantitativos y cualitativos del perfil del novato para alcanzar el del experto, no sólo de los contenidos declarativos y procedurales que tiene sino de estrategias, concepciones, creencias, etc. que implican un real cambio conceptual. Para Villani, op.cit., (1992) el cambio hacia una perspectiva científica puede ser visto como un proceso no lineal en el que hay lugar no sólo para la acumulación de nueva información o datos empíricos y su sistematización inductiva, sino para muchos otros fenómenos de aprendizaje, tales como la invención o de sacar partido de las hipótesis, cambiar las preguntas relevantes, usar principios abstractos y deducir consecuencias para ellos, y así sucesivamente. El primer paso es identificar estas características diferenciales y alrededor de éstas entretejer las formas didácticas que estimulen la transformación del novato.

Cuando una persona se convierte en un experto no solamente automatiza ciertas destrezas sino que además reestructura sus conocimientos. El aprendizaje cien-



tífico puede estar descrito como un proceso que incluye no únicamente los cambios en las ideas del alumno sino en su aceptación de nuevas concepciones de los fenómenos, pero primeramente y lo más importante, los cambios en la metodología que se utiliza para cambiar estas ideas, es decir, en la naturaleza de las preguntas, en las entidades básicas, en los métodos y en las direcciones perseguidas por semejante aprendizaje.

La transformación del novato en experto implica también ser capaz de producir teorías eficientes de explicación de la realidad lo cual según Villani, op.cit., (1992) puede producirse por dos vías: presentar las teorías existentes y entonces introducir cambios sucesivos dentro de ellas sin modificar significativamente sus suposiciones o, empezando con el establecimiento de diferentes e incompatibles suposiciones y desarrollando teorías rivales.

Rowell (1989) citado por Villani, op.cit., (1992) sugiere que los dos contextos pueden ser tratados con diferentes estrategias de enseñanza. En el primer caso puede ser mejor introducir ex novo un modelo académico nuevo y aplicarlo en muchos ejemplos simplificados, finalmente comparándolo con el modelo original. En el segundo caso, puede ser mejor empezar directamente sobre las ideas de los estudiantes, trabajando sobre ellas y generalizándolas tanto como sea posible, introduciendo los cambios necesarios y experimentando progresivamente, mientras, al mismo tiempo se hacen compatibles con el conocimiento que está siendo aprendido.

Para Laudan (citado en Villani, op.cit., 1992) una de las características más remarcadas del progreso científico es la presencia de una fase intermedia de cambio denominada "persecución" de nuevos modelos, durante esta fase los científicos continúan aceptando el dominio de la investigación tradicional porque este es un camino aceptado para la resolución de problemas, pero ellos también revisan las nuevas ideas y las teorías para evaluar sus posibilidades en situaciones específicas, la credibilidad de viejas suposiciones que las guían no es débil para proporcionar más atención a las nuevas.

La autora indica que cuando se trata de producir el cambio conceptual, debemos empezar por distinguir dos fases en el proceso de alcanzar nuevos conocimientos: el "latu sensu" (c.c.l.s.) y el "strictu sensu" (c.c.s.s.).

En el "latu sensu" (c.c.l.s.) hay la copresencia de un nuevo y viejo conocimiento, el proceso de cambiar aparece con fenómenos localizados y una clara preferencia por idealizar situaciones en las que aparecen estos fenómenos; Grimellini, et.al. 1989,1990 citado por Villani, op.cit., (1992) prefiere para la primaria y secundaria el c.c.l.s. que parece ser adecuado como objetivo porque los maestros concentran sus esfuerzos en crear propósitos y tareas suficientemente interesantes para estimular el progreso intelectual involucrado, sin una excesiva preocupación en el decaimiento de las vías espontáneas del pensamiento. Durante la fase de "persecución", los objetivos no son abandonar el razonamiento espontáneo, y si "perseguir" a la ciencia.

En el "strictu sensu" (c.c.s.s.) el nuevo conocimiento académico pasa por los caminos del razonamiento y los valores intelectuales implícitos en el uso científico, al ser aceptados por el aprendiz son integrados en un coherente y eficiente sistema conceptual. En esta fase el proceso de cambiar está consiguiendo una configuración estable (estado final), porque el aprendiz es capaz de usar los principios científicos como instrumentos para hacer deducciones con las relaciones de conceptos científicos y el lenguaje de las observaciones fenomenológicas y los resultados experimentales, de acuerdo con Villani, op.cit., (1992), es viable únicamente en el nivel preparatorio o universitario y con alguna modificación curricular porque es un proceso con metas a largo plazo con un estado final estable; involucran una larga resonancia entre los objetivos efectivos de los maestros y alumnos; esto incluye más cambios en los métodos de producción y medición del conocimiento y razonamiento; debe apoyar sucesos y resultados alcanzados en actividades colectivas con reflexiones individuales y elaboraciones personales.

Todas estas características sugieren que algunas tareas a largo plazo, tales como una tesis, una monografía, o la planeación o ejecución de un complejo experimento, a fin de nutrir la exploración sistemática de nuevos conocimientos y el sistemático involucramiento de las habilidades intelectuales del aprendiz pueden ser introducidas. Los objetivos de los estudiantes universitarios de alcanzar la competencia parece justificar el esfuerzo a largo plazo necesario para tal empresa.

#### **2.2.4.2 Los procesos de reestructuración.**

Otro intento por esclarecer la transformación del novato en experto es la teoría de los procesos débiles y fuertes de reestructuración de los alumnos propuesta por Susan Carey (Carey, op.cit., 1985). Los primeros, tienen procesos claramente compatibles con la teoría asociacionista y son los primeros pasos para el establecimiento de nuevas relaciones conceptuales. A pesar de que se producen nuevos conceptos no quiere decir que necesariamente exista un cambio conceptual, sólo podemos observar procesos de diferenciación y generalización y una dinámica donde el experto y el novato comparten conceptos. El segundo paso es la aparición de la reestructuración fuerte donde se producen cambios en el dominio de los fenómenos de la teoría y se comprende la naturaleza de las explicaciones aceptadas por la teoría.

Para Carey, op.cit., (1985) pasar de una reestructuración débil a una fuerte implica que el alumno provoque en su mente una revolución conceptual a partir de un énfasis mecánico en explicar las conductas simples y arbitrarias del fenómeno de una manera causal (pensamiento cotidiano o sentido común).

**Los estudios de Driver, op.cit., (1986) sobre el pensamiento de personajes del mundo científico han llegado a las siguientes conclusiones:** Que es un proceso lento y continuo en el que hay un desfase de decenas de años entre la primera

formulación implícita de un argumento y su enunciación explícita. Que la toma de conciencia está ligada a una reorganización continua del sistema teórico conforme a una estructuración jerarquizada y que se va acumulando de modo progresivo. Que los conceptos van cambiando de significados en cada revisión.

Serrano y Blanco, op.cit., (1988) sobre la base a los trabajos de Osborne, Bell, y Gilberto, (1983) detecta las diferencias siguientes entre el comportamiento de los adolescentes y el de los científicos frente al fenómeno: El carácter abstracto del razonamiento científico, diferente al concreto de los alumnos que los hace interpretar el mundo de una manera antropocéntrica y en relación con los valores y creencias comunes a un grupo. La coherencia teórica de las explicaciones científicas que están parcializadas en los estudiantes, los cuáles son incapaces de establecer relaciones generales y extrapolar las explicaciones a otros fenómenos en diferentes situaciones. El uso del lenguaje formalizado de la ciencia porque utilizan términos que, en sus contextos sociales, tienen más significado.

Este comportamiento y las características antes descritas tanto de las diferencias cualitativas y cuantitativas del experto y del novato como del comportamiento del científico frente al fenómeno; nos indica que la resistencia al cambio de las preconcepciones es un muro difícil de demoler, que debe ser una estructura sumamente organizada y clasificada por lo que la inclusión de nuevas ideas significa que la reestructuración de las ideas existentes está conformando una nueva morfología de la representación del fenómeno y una reestructuración mental y actitudinal del alumno.

Pérez, op.cit., (1992) propone que para lograr el cambio conceptual, debe provocarse la activación de los esquemas de la estructura semántica experiencial para que se confronten, reafirmen o complementen con los nuevos conceptos académicos, de forma tal que le sirvan de instrumentos para resolver los problemas y/o explicar y comprender los hechos de la vida cotidiana. El autor explica que existen **dos condiciones que se requieren para la reconstrucción del pensamiento**: a) Partir de la cultura experiencial del alumno y b) crear en el aula un espacio de conocimiento compartido. Hewson, op.cit., (1988) considera que la nueva concepción debe ser comprensible, posible y útil para poderse integrar fácilmente.

Las siguientes preguntas por responder son ¿qué provoca el conflicto y la resolución conceptual? y ¿qué condiciones propician el éxito del cambio conceptual?. En las siguientes líneas se intentará analizar los procesos y contextos instruccionales que posibilitan al alumno asumir el compromiso de resolver su propia lucha conceptual y ampliar su campo conceptual significativamente.

## 2.3 LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y EL CAMBIO CONCEPTUAL

Laudan, (1977), citado por Villani, op.cit., (1992), manifiesta que el trabajo científico es una empresa esencialmente racional que consiste, primeramente, en seleccionar adecuadamente significados (normas provisionales para medir, aceptar, proponer, modificar, o cambiar teorías y suposiciones) y en producir teorías comprensibles para todos que son altamente eficientes en resolver problemas intelectuales. Enseguida aunque no menos importante, la labor científica estriba en: aproximarse a la verdad, en el desarrollo de las tecnologías, en el crecimiento intelectual, el desarrollo de las operaciones intelectuales o en la promoción del bienestar social.

Los propósitos de la ciencia antes descritos permiten darse cuenta que aprender principios científicos es una tarea mucho más compleja que la de adicionar información, por lo que, el aprendizaje de las ciencias que se dirige a un cambio conceptual requiere de un soporte metodológico, es decir, una nueva metodología que combine la creatividad del pensamiento divergente con el rigor de la prueba de la hipótesis a través de experimentos bajo condiciones controladas, de esta manera será posible superar el conocimiento del sentido común y aproximarse al conocimiento científico. (Hawkins, y Pea, 1987)

La educación formal ha pretendido dirigir la enseñanza hacia las ciencias, con el supuesto de que educar implica además de informar al individuo lo que se conoce de su medio, se le desarrollen habilidades y capacidades intelectuales. Harms (1977, citado en Yager 1988) expuso **cuatro razones para incluir metas científicas en la escuela:**

- a) La necesidad personal de los alumnos por mejorar su propia vida;
- b) Las consecuencias sociales de tener individuos mejor informados y preparados;
- c) Tener información sobre las carreras que respondan a los intereses y aptitudes de los estudiantes;
- d) Proporcionar la preparación académica adecuada para que el alumno pueda responder a sus necesidades personales y las demandas profesionales.

Sin embargo, a pesar de que los objetivos están explícitamente identificados en la dinámica interna del quehacer pedagógico, existen muchos factores que intervienen para desvirtuarlos. Por ejemplo: Los estudiantes intentan realizar un trabajo intelectual para seleccionar los significados necesarios para conseguir sus fines científicos pero en el transcurso de sus actividades sus objetivos cambian. No intentan resolver sus problemas intelectuales sino obtener un certificado académico que pruebe su competencia académica.

Sus esfuerzos se encaminan a “obtener buenas calificaciones” más que a obtener el aprendizaje científico. Otro factor más es la actitud de la comunidad hacia la ciencia que en muchos de los casos es negativa con lo cual obstaculiza la adquisición de conceptos. (véase, Hollander, 1982; Halaydan y Shaughnessy, 1982; Halaydan, Olsen y Shaughnessy, 1983; Tamir, 1991; Wiley, 1991, Villani, op.cit., 1992)

Villani, op.cit., (1992) describe la problemática que tienen que enfrentar los docentes y los estudiantes de la siguiente manera:

- a) El primer problema de los profesores es producir algunos niveles de explicitación y compatibilidad entre los objetivos generales de ellos con los de los estudiantes;
- b) El progreso institucional de los estudiantes puede ser un tipo de reducción en sus actividades de aprendizaje, porque lo que ellos hacen en clase puede estar en competencia con lo que realmente pueden hacer en otras o futuras clases;
- c) Muy rara vez un maestro puede planear sus actividades didácticas con la suposición de que el primer objetivo de los alumnos es actuar como científicos activos resolviendo problemas intelectualmente;
- d) Es difícil promover el salón de clases como un lugar de puro aprendizaje;
- e) Algunas veces el objetivo general de los alumnos es seguido de conductas como: “aprendizaje mecánico” o “copiar” lo cual contrasta con el objetivo general de los maestros que es procurar el aprendizaje significativo en los estudiantes. Y
- f) Los esfuerzos por este aprendizaje “puro” son generalmente asistemáticos y por lo general no relacionados con las tareas escolares

Las preguntas pertinentes en este caso serían:

- *¿Cuál es el proceso por el cual los alumnos reconstruyen su comprensión de los conceptos científicos para obtener un verdadero cambio conceptual? Y*
- *¿Cómo los maestros pueden promover el cambio conceptual efectivamente en el salón de clases.?*

Las investigaciones sobre la enseñanza de las ciencias (Driver, op.cit., 1986; Pozo, op.cit., 1987 y 1989; Fensham, op.cit., 1991; Villani, op.cit., 1992) han propuesto algunos modelos importantes para resolver el problema del desarrollo del pensamiento

científico dadas las implicaciones psicopedagógicas que estos estudios conllevan. Algunas ideas las podemos encontrar en las teorías del procesamiento de la información, (Champagne y col., 1982) y en los modelos basados en la filosofía de la ciencia por ejemplo los trabajos de Toumlin y Lakatos ( Pozo, op.cit.,1987, 1989 y 1991, Driver, op. cit.,1986, Posner, Strike, Hewson y Gertzog, 1982, Resnick, 1989 ) la superficialidad metodológica de los alumnos y profesores estudiada por Carrasco y Gil (citados en Serrano, op.cit., 1987) y las propuestas de organización curricular que favorezcan estas nociones.

En resumen, la mayoría de los autores concuerdan en que existen **tres problemas en el aprendizaje de las ciencias** (Driver, op.cit.,1986, Pozo, op.cit.,1987 y 1989, Fensham, op.cit.,1991) para observar:

- a) La naturaleza y organización de las ideas previas con las que los alumnos se acercan a la mayor parte de los fenómenos científicos;
- b) Cómo cambiar las teorías existentes para contar con nuevas formas de explicación e,
- c) Identificar los procesos y contextos que provocan la permanencia de los conceptos en la mente humana.

Alrededor de estos problemas se han desarrollado diversas líneas de investigación que intentan dar explicaciones y soluciones viables para la educación científica. Enseguida se exponen algunos de los trabajos realizados alrededor de los tres problemas antes mencionados.

## **2.4 PROCESOS Y CONTEXTOS INSTRUCCIONALES QUE PROVOCAN LA PERMANENCIA DE LOS CONCEPTOS.**

### **2.4.1 Las orientaciones instruccionales.**

Las aportaciones antes descritas sugieren una serie de indicaciones que es necesario adoptar en los procesos pedagógicos de la enseñanza de la física. Para Driver, op.cit., (1986) existen dos orientaciones básicas para investigar los avances en el aprendizaje de los estudiantes de física: la orientación de instrucción directa y la orientación del cambio conceptual.

### **2.4.1.1 La instrucción directa**

La instrucción directa presupone que si los alumnos son expuestos a un diseño altamente estructurado para la resolución de problemas con etapas estrictamente prescritas y en el que se tenga un desarrollo gradual controlado por expertos, tendrán una alta probabilidad de éxito en su aprendizaje. Bajo estas circunstancias el conocimiento físico es axiomático y no conlleva ninguna dificultad para que el alumno logre incorporarla a su acervo y no es necesario tomar en cuenta las preconcepciones de los alumnos puesto que se *construyen esquemas alternativos* para que los alumnos opten por la que se ajuste a su necesidad cognitiva a través de programas cuidadosamente estructurados. Lo más importante bajo esta aproximación es observar los procesos analíticos en la resolución de problemas ya que estos de una u otra manera, más tarde o más temprano, llevarán al alumno a construir su significado. (Driver, op.cit., 1986)

### **2.4.1.2 Instrucción orientada hacia el cambio conceptual.**

La orientación del cambio conceptual en la que, a diferencia de la anterior, toma en consideración las preconcepciones y experiencias previas sobre los fenómenos físicos por lo que el aprendizaje se regula internamente y la resolución de problemas implica un razonamiento holístico-analógico más que analítico. Driver, op.cit., (1986) y Pozo op.cit., (1987 y 1989), concluye que para que exista un cambio conceptual se requieren seguir cuatro pasos fundamentales: 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) Invención o introducción de conceptos; d) Proporcionar oportunidades a las estudiantes para usar las nuevas ideas.

La enseñanza por descubrimiento y expositiva planteadas por Pozo, op.cit., (1987) propone estructurar un modelo instruccional para promover el cambio conceptual que consta de cinco fases: a) Confrontación con situaciones problemáticas; b) verificación de los datos obtenidos; c) Experimentación para corroborar los datos; d) Organización y explicación de los datos; e) Reflexión sobre la estrategia seguida para la obtención de los datos.

La enseñanza expositiva, por otro lado adopta las fases propuestas por Ausubel para la estructura instruccional de la enseñanza basada en organizadores previos que son: a) fase de presentación del organizador previo; b) Fase de la presentación del material de trabajo y c) fase de potenciar la organización cognoscitiva.

Las estrategias antes descritas son insuficientes para ayudar al maestro a entender cuáles serían las acciones concretas de él y del alumno para lograr la enseñanza de las ciencias en un verdadero cambio conceptual, por lo que los investigadores han buscado estrategias que integren un modelo que sea válido.

## 2.4.2 MODELOS INSTRUCCIONALES Y CAMBIO CONCEPTUAL

Sarmiento y García, (1995) mencionan que el desarrollo de la aproximación cognoscitiva se ha dirigido hacia dos líneas complementarias de investigación: la representación del desarrollo del conocimiento y la investigación comparativa entre expertos y novatos, que ya se ha tratado ampliamente en párrafos anteriores. Sin embargo es importante puntualizar que éstas tienen que ver con el desarrollo curricular y todos los componentes que son necesarios para su aplicación dentro de la escuela, el desarrollo de las representaciones de la estructura cognoscitiva, las estrategias de los expertos en una materia específica para dirigir el aprendizaje de los novatos (Posner, 1979) así como el análisis de las características de los expertos para el desarrollo de las habilidades y conocimientos del novato para convertirlo en experto.

En otro sentido considero importante hacer hincapié en algunas contribuciones con enfoque constructivista de enseñanza-aprendizaje de las ciencias como investigación para la elaboración de diseños instruccionales. Al respecto Furió, Iturbe, y Reyes, (1993) señalan se han desarrollado estrategias didácticas muy importantes pero insuficientes para promover el aprendizaje a través del modelo del cambio conceptual, las principales dificultades son:

- a) Ausencia de aspectos metodológicos.- Es decir, no sólo es importante tomar en cuenta las preconcepciones de los alumnos sino es necesario un cambio metodológico y sociológico. (Gil y Carrascosa, 1992; citado por Furió, Iturbide, y Reyes, Op. Cit.).
- b) No tomar en cuenta aspectos actitudinales importantes.- El cambio conceptual requiere la participación de los alumnos y promover conflictos cognitivos que requieren mucho esfuerzo reflexivo, lo cual, a la larga puede generar a largo plazo actitudes negativas hacia el aprendizaje por lo que se necesita establecer la construcción de conocimientos en función de la búsqueda de soluciones, siempre hipotéticas que generan otra actitud porque permiten explicar mejor el mundo experiencial.

Para tal fin el diseño instruccional debe organizar el trabajo de los alumnos en el aprendizaje por investigación, dado que el cambio conceptual producido en forma gradual, no traumática y coherente debe estar en concordancia con la naturaleza del trabajo científico, cuyos componentes deben ser:

### 1.- LA TAREA:

Compuesta de situaciones problemáticas significativas de interés.

### 2.-LA ESTRUCTURA DE LA CLASE:

Que propicie el carácter social del aprendizaje formando pequeños grupos como



equipos de investigación bajo la dirección del profesor como experto.

### **3.- LAS INTERACCIONES:**

El funcionamiento de estos grupos debe favorecer las interacciones entre los integrantes y con la comunidad científica representada por el profesor, los textos, etc. de manera que puedan completar, validar, refutar, etc., las soluciones dadas a las soluciones problemáticas.

Además requiere la transformación del contexto educativo y por supuesto de los roles del maestro y del alumno como se ha indicado en los primeros apartados de esta tesis, en cuanto a:

- El papel del maestro como facilitador del aprendizaje que permita la acción de investigación de los alumnos y asuma él mismo dicho papel.
- El papel del equipo docente que permite el debate y trabajo colegiado sobre trabajos de investigación o innovaciones educativas.
- El papel de la comunidad escolar y la comunidad externa que posibilita el crecimiento intelectual de los docentes y alumnos en intercambios académicos o con un sistema administrativo y evaluatorio que promuevan las actividades de investigación y,
- El papel del alumno que se transforma en un ente responsable de su propio aprendizaje.

#### **2.4.2.1 El modelo de Glaser.**

El modelo instruccional propuesto por Glaser, (1976) tiene su fundamento en las aseveraciones anteriores (citado en Sarmiento y García, op.cit.,1995) que esclarece en gran medida la secuencia de un modelo instruccional que propicia el cambio conceptual. El modelo de Glaser (citado por Sarmiento y García, op.cit., (1995) incide en cuatro niveles: el curricular, en el salón de clases, en la generación de tecnología educativa moderna y en el individual.

El modelo tiene las siguientes características:

- 1.- Pretende que se aprenda a determinar las estructuras, los procesos y las estrategias que se usan para aprender diferentes tipos de materiales, en diversas tareas y en varios contextos de recuperación y aplicación.
- 2.- Lo más importante en el modelo es que se considera al alumno un novato y al maestro un experto, siendo estos dos sus categorías de análisis más la

categoría de evaluación que es la comparación entre los dos. (Pozo, op.cit., 1987)

- 3.- El modelo está conformado por las etapas: Determinación de los estados meta derivados del conocimiento del experto; estado inicial del aprendiz; planeación de las operaciones que puedan transformar el estado inicial de los alumnos en el estado meta de los expertos y la evaluación.

En la primera etapa se determinan las ejecuciones básicas que el novato tiene que aprender y realizar para obtener el estado final del conocimiento establecido por el experto. El maestro puede utilizar el análisis de tareas, moldeamiento y simulación para aclarar las destrezas y el conocimiento que quieren que se alcance. Las diferencias cualitativas y cuantitativas entre experto y novato indicadas por Pozo, op.cit., 1987 ; la organización del conocimiento, (Feltovich, 1981, citado por Sarmiento y García, 1995; Figueroa, Carrasco, Sarmiento, Bravo, y Acosta, (1982) los procesos de autorregulación, (Bransford, 1979 y Danserau, 1978) demuestran la complejidad de los procesamientos del experto que no requiere utilizar estrategias conscientes para aprender por lo que es necesario tener precaución en la comparación entre expertos y novatos especialmente en la forma en se le expone el contenido al estudiante. (McKeachi, 1989).

En la siguiente etapa se valoran las ideas previas sobre el contenido que los alumnos tienen al empezar un programa instruccional, "...sus habilidades académicas, sus procesos de autorregulación, sus capacidades de procesamiento, su conocimiento selectivo y la experiencia que tienen sobre la tarea específica..." (Sarmiento y García, op.cit., 1995, pag. 34). Los trabajos realizados a través de redes semánticas naturales para determinar la organización conceptual y conocimientos que poseen los alumnos, así como las pruebas de conocimiento, tareas de comprensión como cuestionarios de estudio, han servido para realizar esta tarea.

En la tercera etapa, Sarmiento y García, op.cit., 1995, indican que para Glaser es indispensable considerar el control que el alumno tiene en su proceso de aprendizaje (monitoreo y regulación del mismo) y los efectos del proceso instruccional a corto y largo plazo (transferencia e incremento en la capacidad de aprendizaje).

#### **2.4.2.2 El modelo de Rosenshine.**

Otro esfuerzo para determinar las características propias de un diseño instruccional eficiente es el trabajo de Rosenshine, op.cit., (1995) sobre los avances aportados por tres importantes cuerpos de investigación sobre el tema:

- 1) los estudios sobre los procesos cognitivos,
- 2) la investigación sobre los efectos de la enseñanza y
- 3) la enseñanza de estrategias cognitivas o andamios.

En la investigación de los procesos cognitivos tiene importancia generar una estructura de conocimientos bien conectada. Según Rosenshine, op.cit., (1995) se tiene una buena estructura cuando la memoria: a) permite recuperar fácilmente todo el material; b) permite más información aglutinada en un simple "chunk" y c) facilita la comprensión e integración de nueva información.

A partir de estas afirmaciones se obtuvieron tres importantes implicaciones: a) se requiere ayudar a los estudiantes a desarrollar un conocimiento de trasfondo; b) es importante el procesamiento de los estudiantes y c) son importantes los organizadores.

Ayudar a los estudiantes a desarrollar su conocimiento de trasfondo requiere a su vez, incrementar el número de las piezas de información en la memoria a largo plazo, organizarlas e incrementar la fuerza del número de estas interconexiones. Esto puede llevarse a cabo a través de proveerlos de una extensa lectura, revisión, práctica y discusión.

Habilitar el procesamiento estudiantil requiere de que el nuevo material en la memoria sea procesado. Entre más se revise estos materiales a través de muchas vías diferentes su almacenamiento será permanente en la memoria a largo plazo, pero sobre todo es importante rehacer la información, revisar, comparar y contrastar, y diseñar conexiones. Algunas actividades que ayudan al procesamiento son: a) Revisar literatura extensa de una variedad de materiales; b) Explicar el nuevo material a alguien; c) Escribir preguntas/ contestar preguntas; d) Desarrollar redes de conocimiento; e) Escribir resúmenes diariamente; f) Aplicar las ideas a nuevas situaciones; g) Proporcionar un ejemplo nuevo; h) Comparar y contrastar el nuevo material; i) Estudiar para un examen. (Rosenshine, op.cit., 1995)

Rosenshine op.cit., (1995) identificó, 20 o 30 procedimientos instruccionales en los maestros bajo las siguientes categorías: utilización de estímulos, crítica de los maestros, número y tipo de cuestiones que fueron preguntadas, la calidad de las respuestas de los estudiantes y las respuestas de los maestros a las preguntas de los estudiantes. Los maestros más acertados presentaron las siguientes conductas:

### **1.- Presentan pequeños aumentos de material en cada tiempo.**

La presentación del material en pequeños pasos atiende los principios de la psicología cognitiva sobre la memoria de trabajo en la cual se expone que sólo podemos manejar 5 o 6 bits de información al mismo tiempo.

## 2.- Guían la práctica estudiantil al trabajar juntos los problemas de los estudiantes.

Después de la presentación del material, Rosenshine op.cit., (1995) adopta el concepto de la práctica guiada de Hunter (1982) y Grown (1979) el cuál consiste en proporcionar pocos problemas para abordar relacionados con el segmento de material estudiado y juntos resolverlos para que sirvan de modelo. La guía no consiste solamente en obtener la respuesta correcta al problema sino discutir también como abordaron el problema y los procesos utilizados para llegar a la meta. Después de esta práctica guiada se sugiere tener otra práctica en la que los alumnos solos resuelvan problemas que requieran la utilización del modelo empleado anteriormente.

## 3.- Proporcionan lo necesario para una práctica intensa

Los maestros más exitosos son aquellos que proporcionan una extensa y exitosa práctica que conecta correctamente los enlaces en su red conceptual. Esta práctica se realiza después de la práctica guiada e intentan evitar que los estudiantes practiquen errores o concepciones erróneas.

El concepto que más se ha desarrollado sobre la enseñanza instruccional en los últimos 30 años ha sido el de *estrategias cognitivas*. Las estrategias cognitivas son procesos guiados que los estudiantes que pueden usar para ayudarse a completar sus tareas académicas. Rosenshine, op.cit., (1995), distingue tareas que están estructuradas para seguir una secuencia precisa, apoyada por subtareas igualmente concretas y tareas que no pueden seguir un camino lineal; en el primer caso, el autor ejemplifica una división de cómputo o el algoritmo matemático cuyos pasos son concretos y visibles, es decir son un específico y predecible algoritmo que puede ser seguido por un estudiante incapaz y obtener el mismo resultado que un experto cada vez que ellos operan el mismo algoritmo. En cambio en las tareas menos estructuradas se encuentran secuencias imprecisas que ni son consistentes ni pueden llevarse a una meta precisa, por ejemplo la lectura y la escritura o la mayoría de las ciencias como la física.

El concepto de estrategias cognitivas ayuda a: aplicar la enseñanza de tareas de alto orden en las áreas de contenido y para que los estudiantes que las utilicen tengan mejores resultados que los de la enseñanza ordinaria. Rosenshine, op.cit., (1995) propone cuatro pasos para desarrollar las estrategias cognitivas: el desarrollo y uso de impulsos procedurales, organizar el material en pequeñas secuencias, utilizar el moldeamiento y la práctica guiada en los estudiantes.

**Los impulsos procedurales** son heurísticos concretos por las cuáles los estudiantes pueden conectarse al contenido, por ejemplo las palabras, cómo, que, por-que y cuando, ayudan a los estudiantes a generar cuestiones sobre el material que leen y si aún tienen dificultades intentar generar cuestiones con estas mismas palabras como, ¿qué sucede cuando...?. Otro impulso procedural puede ser estructurar mapas conceptuales (Novak y Gowin, 1984; Novak y Musonda, 1987 citados por Rosenshine, op.cit 1995) porque los estudiantes se tienen que esforzar en comprender el material para poder organizarlo.

La importancia de enseñar el material en pequeñas secuencias radica en la utilización óptima de la memoria de trabajo como ya se mencionó en la parte de este trabajo en que se analizó el papel de la memoria y los procesos de representación. Una buena estrategia cognitiva que enseñarle a los alumnos es evitar la posible sobresaturación de la memoria de trabajo, esto sucede cuando el material presentado excede los límites de almacenamiento y el poder de selección cognitivo se paraliza.

Las tareas llamadas de "alto orden" son muy difíciles de analizar particularmente porque las secuencias están ocultas, por lo que es necesario que el maestro modele el proceso para que el alumno pueda utilizar sus estrategias cognitivas, esto significa que el maestro tendrá que estructurar los impulsos procedurales, dirigir o en algunos casos enseñar la tarea de realizar resúmenes, enseñar a confeccionar mapas conceptuales y modelar el proceso para usar impulsos procedurales en la resolución de problemas matemáticos y científicos. También es útil que el maestro y los alumnos más capaces expresen en voz alta su pensamiento que regularmente no se hace patente, identificar las estrategias ocultas del experto provee al novato de una buena herramienta de cómo investigar.

Guiar la práctica de los estudiantes es particularmente importante cuando las secuencias del material no son explícitas. Algunos procesos que pueden ser usados para ayudar a los estudiantes incluyen: empezar con un material sencillo, completar algunas secuencias para los estudiantes, colocar en fichas señales a las cuáles los estudiantes puedan referirse y anticipar y discutir los errores más comunes de los estudiantes.

Por ejemplo, en el **diseño de las secuencias instruccionales** dirigidas a la enseñanza de las ciencias, Nussbaum y Novick, (1982) aplicaron una secuencia instruccional para la enseñanza del modelo de la distribución de las partículas de los gases, señalaron una serie de pasos para acomodar la secuencia cognitiva de los nuevos conceptos científicos: a) presentar un evento expositor que evoque las preconcepciones de los estudiantes en orden para interpretarlas; b) presentar un evento discrepante que genere un conflicto entre las preconcepciones expuestas y el fenómeno observado y c) facilitar las indagaciones en busca de la solución.

### **2.4.2.3 El modelo de Driver.**

Driver, op.cit., (1991) contempla una secuencia similar a la de Rosenshine y Nussbaum y Novick dentro del proceso instruccional pero hace mayor énfasis en las características actitudinales del maestro y el alumno con respecto al material utilizado, la autora engloba estas características en cinco fases:

- 1) De orientación,
- 2) De elicitación de ideas

- 3) Reestructuración de ideas
- 4) Aplicación y,
- 5) Revisión del cambio del cambio en las ideas.

En la primera parte de la secuencia se requiere que el maestro motive, es decir atraiga la atención de los estudiantes hacia el tópico particular de estudio, es importante que éste pueda tener alguna relación con problemas o situaciones que los estudiantes enfrentan en su vida cotidiana, de tal manera que realmente se despierte un interés en ellos por estudiar los contenidos; posteriormente, la elicitación busca que los estudiantes representen sus ideas acerca del tema de estudio.

Se recomienda que esta fase se lleve a cabo en pequeños grupos y que los estudiantes discutan sus ideas y las comuniquen al resto de los grupos. Esto permite que no sólo el profesor se ponga al tanto de las preconcepciones de los alumnos, sino que ellos las expliquen y clarifiquen promoviendo la siguiente fase de reestructuración de sus ideas en la que se utilizan una serie de estrategias para cambiar las preconcepciones de los estudiantes, que ser desde la solución de problemas prácticos o teóricos, lectura y producción de textos, hasta las estrategias más innovadoras de cuestionamiento a estudiantes en grupo o en forma individual al estilo de diálogos socráticos. Esta situación da pie a la exposición de los estudiantes a situaciones de conflictivo cognoscitivo y la construcción y evaluación de las nuevas ideas generadas.

Queda entonces en el tintero explorar las herramientas que crean un ambiente de aprendizaje constructivo, su planeación y organización para que apoyen estos ambientes y las formas metodológicas para probar su efectividad en el campo de aplicación.

La tecnología y la educación se han beneficiado mutuamente con los avances, de la primera, en la producción de materiales de apoyo y sistemas de comunicación altamente eficientes; y de la educación, reflexionando y aplicando sus fundamentos pedagógicos para el máximo aprovechamiento en la enseñanza y en el aprendizaje. También, la computadora se ha revelado como un aliado poderosos de los investigadores, maestros y alumnos para responder a muchos cuestionamientos en el campo psicoeducativo del pensamiento, inteligencia y la enseñanza-aprendizaje.

Las preguntas consecuentes alrededor de la relación informática-educación serían:

*¿La computadora como tal, es una herramienta cognitiva que promueve el aprendizaje?;*

*¿La computadora, como herramienta, es mejor que las otras herramientas que asisten a los maestros en la enseñanza de los contenidos?;*

*¿El aprendizaje que promueve propicia un cambio conceptual en el alumno?;*

*¿Cuáles son las condiciones en que debe emplearse como una herramienta de trabajo cognitivo?.*

En las siguientes páginas de este documento se intenta dar respuesta a estas preguntas.

### **3. LA COMPUTADORA COMO MATERIAL DE APOYO A LA INSTRUCCION.**

#### **3.1 Importancia.**

Los materiales que apoyan el trabajo de instrucción tienen un efecto directivo en los procesos de aprendizaje, por esta razón, se han estudiado profundamente materiales tradicionales como: los textos, desde su comprensión hasta su uso; los recursos didácticos con los que se cuenta en el salón de clases tales como el pizarrón, los acetatos, los gráficos, etc., y como consecuencia del desarrollo tecnológico materiales más modernos como son los medios de comunicación, particularmente, la televisión y las computadoras.

Es trascendental en esta tesis subrayar la relevancia que en los últimos años han tenido las computadoras en la transmisión de información y posteriormente en la de los conocimientos.

Los avances científicos y tecnológicos en el presente se observan en evolución, con una velocidad nunca antes apreciada. La forma de asimilar los conocimientos tradicionales de las ciencias sufren de inestabilidad; son superados, modificados o destruidos en periodos cada vez más cortos por lo que estos hechos han sido definitivos para concebir que el futuro estará dominado por una sociedad basada en conocimientos para hacer frente a un mundo global e interdependiente y altamente competitivo, es decir, diferente al bipolar y segmentado ya que está siendo sustituido aceleradamente y por lo tanto impone a las naciones la disyuntiva de aprender y adoptar acciones inmediatas, que le permitan ingresar a esta evolución vertiginosa o bien rezagarse en espera de reflexiones que les faciliten la inserción, aun con el riesgo de no ser oportuna.

En el nuevo siglo hacia el año 2020 se espera que la población mundial llegue a ser de casi 7.7 miles de millones de personas y se proyecta que el mayor crecimiento se produzca en los países en desarrollo (Banco Mundial, 1996). El problema que nos atañe es definir cómo dar educación a toda esta población, que además sea permanente y efectiva en su aprendizaje.

La inclinación es a pensar que la atención de estos retos no se encuentra solo en la creación de nueva tecnología, sino en gran medida en los usos que de ésta se realicen a favor de la humanidad; en las formas de vivir estos cambios, de asumir los riesgos y beneficios de los mismos, aspectos que evidentemente son objeto de estudio de las ciencias naturales y sociales y desarrollados por los profesionales de las carreras afines con estas ciencias. El propósito de este trabajo es proponer una alternativa para incidir en el salón de clases con ayuda de la computadora.



Hasta la fecha las computadoras han invadido cualquier ambiente educativo y laboral y hoy en día forman parte de la vida activa tanto académica como económicamente de cualquier persona; tanto para una ama de casa como para un alto directivo la informática tiene diferentes utilidades.

La función primaria de las computadoras fue la de una herramienta de productividad con propósitos generales como: procesadores de textos, gráficos, numéricos, musicales, base de datos, etc.

Posteriormente su uso empieza a ser propio de una herramienta con propósitos más específicos que requieren cierta programación para crear sistemas de administración, por ejemplo en pruebas, calificaciones, horarios, etc., y/o como herramienta de trabajo y cognitiva, con la cual la educación encuentra un apoyo poderoso para proporcionar la atención necesaria a los educandos.

En la primera parte de esta tesis se indico que es necesario cambiar y crear el clima organizacional de las instituciones para que la máquina funcione realmente como herramienta promotora del desarrollo intelectual y autoconstructivo de los alumnos, afortunadamente el futuro educativo de la computadora está intentando ser definido hoy en día, cada vez más, por aproximaciones teóricas que lo visualizan como una herramienta cognitiva que se desenvuelve en un ambiente de aprendizaje propicio. (Galvis, 1992, Lajoie y Derry, 1993)

Es decir, no sólo por el impacto que produce en las personas dentro de sus procesos cognitivos, emocionales y de relación social; sino a través del impacto que ejerce y provoca grandes cambios en las posturas y creencias sobre las formas de impartir la enseñanza y en el proceso económico administrativo de las organizaciones, el acelerado desarrollo de la primera situación y la imposición de la segunda, obliga a cualquier aprendiz de cualquier cultura a ser usuario.

Lajoie, (1998) señala que la metáfora implica que existen herramientas que combinadas e incorporadas en un ambiente de aprendizaje con ayuda de la computadora, pueden apoyar a los estudiantes a completar sus tareas cognitivas. Estas pueden ser de cuatro tipos de acuerdo a sus funciones:

- a) Procesos de apoyo cognitivo, como los procesos de la memoria y la metacognición;
- b) Compartir la carga cognitiva para apoyar las habilidades de alto nivel cognitivo cuyos insumos son sacados de los procesos de pensamiento de mayor orden ya terminados;
- c) Permitir a los estudiantes comprometerse en actividades cognitivas que puedan ser sacadas de sus investigaciones de otra manera; y,
- d) Permitir a los alumnos generar y probar hipótesis en la resolución de problemas.

Los ambientes de aprendizaje con inclusión de la computadora, también exigen la transformación de los roles que hasta el momento han jugado el maestro y el alumno. La computadora propicia llevarlos de una dimensión rígida, donde el maestro es el único responsable de la dirección y control del aprendizaje de sus alumnos, hacia una nueva dimensión mas abierta donde impera la curiosidad, el descubrimiento y la búsqueda de pertenencia en la construcción del conocimiento.

Específicamente, la investigación del proceso de enseñanza-aprendizaje se ha enriquecido porque podemos observar fenómenos importantes cuando interactúa el alumno con la computadora y el maestro con ambos, por ejemplo: la computadora como sistema experto intercambiando información con el alumno novato; las limitaciones de la computadora para responder a las preconcepciones de los alumnos; la actividad de reestructuración que el alumno realiza para adquirir el conocimiento cuando interactúa con la computadora; la renovación de los papeles que hasta ahora han desempeñado los maestros y el alumno sin la intervención de la computadora; los efectos de la nueva forma de impartir la enseñanza, etc. (Vitale, Op. Cit., 1994, Braden, 1996)

Hoy, más que nunca parece ser que:

**“ La frase tecnología y educación significa... el invento de nuevos dispositivos para transmitir conocimientos de una manera distinta a la usual... y... cuando estos dispositivos son computadoras,... sus efectos en el aprendizaje se revelan más efectivos que cualquier otra herramienta...”**

( Reggini, . 1982, pag. 20)

Porque las computadoras no son simplemente otros “sistemas de prestación” sino son entornos en los que entran en juego ciertos valores, sesgos y características; por ejemplo, el cálculo y las operaciones lógicas. (Streibel, 1989).

La computadora ha revolucionado el proceso de enseñanza tradicional porque no sólo es un apoyo a los procedimientos instruccionales o un material didáctico cualquiera, sino que en sí mismo comprende un cúmulo de herramientas de trabajo juntas interactuando con el usuario, (enciclopedia, reglas de cálculo, herramientas de dibujo, etc.) y un acervo informativo extenso (enciclopedias, Internet, etc.) con los cuales es programada para seguir instrucciones que alteren información de una manera deseable y para realizar algunas de estas operaciones sin la intervención humana.

Cuando maestro y alumno interactúan para llevar a cabo el intercambio de conocimientos, lo hacen a través del lenguaje natural, el cual representa problemas para compartir significados y en última instancia sólo permite enunciar si el problema es resoluble o no.

La computadora tiene una arquitectura funcional que determina la relación del usuario y está bajo las reglas de una “**lógica del objeto**” (posibilidades y limitaciones de un sistema electrónico complejo y su control mediante un lenguaje formal o estudio de hardware) y “**la lógica de la acción**” (manejo de la computadora y un lenguaje de programación haciendo uso de esquemas familiares y metáforas o estudio del software).

Esta arquitectura promueve la comprensión de la red de relaciones entre *conceptos del contenido*, obliga al estudiante a un mayor esfuerzo reflexivo sobre su propia organización conceptual y sobre sus estrategias metacognitivas. (Vitale, op.cit., 1994)

El proceso interactivo, que se da entre el usuario y la máquina, es sumamente atractivo cuando se produce en un **ambiente** donde se pueden accionar, controlar y coordinar los diferentes tipos de medios de comunicación; tales como video, voz, imagen y texto y accede a la posibilidad de que los alumnos exploten el potencial de “transdisciplinariedad” (Vitale, op.cit., 1994) y representación multidimensional de la computadora, es decir que tengan la posibilidad de observar un mismo fenómeno bajo ópticas de diferentes disciplinas para entender integralmente sus manifestaciones, y por otro lado, para facilitar el conjunto de actividades de planificación, representación gráfica, elección de las variables y de los parámetros bajo los cuáles se construirá un modelo explicativo, cuyas limitaciones podrán ser mejor comprendidas por el alumno. (Wilson, 1995; Morrison y Collins, 1995, Vitale, op.cit., 1994).

Sin embargo, la incursión de la computadora en las aulas ha sido sub-utilizada, sus beneficios como herramienta de trabajo y desarrollo cognitivo, se han reducido a utilizarla como procesador de textos y en el mejor de los casos como graficador, lo cual resulta equivalente al empleo del lápiz, papel y regla, pero en el último grado de la sofisticación tecnológica.

También se le acusa de mantener una relación cerrada con el usuario promoviendo la individualización del aprendizaje pero limitando la relación social que enriquece y amplía las adquisiciones intelectuales haciéndolas significativas y coherentes, sin embargo puede suponerse también la capacidad de la máquina de establecer una relación diádica con el usuario, promoviendo el proceso cognitivo y a la vez permitiendo la injerencia de otra persona o personas en el desarrollo de su propia postura estableciéndose una relación social.

Es muy frecuente escuchar comentarios en cuanto a imposibilidad de que ciertas clases socioeconómicas puedan tener acceso a estos aparatos por demás costosos y continuamente renovables, lo cual implica que el acceso a la información cada día sea para un número reducido de personas y los demás deban conformarse con lo que puedan tener al alcance. No obstante, estos problemas de índole sociopolítico, filosófico y económico lejos de desalentar la investigación y desarrollo de la tecnología, deben

promoverse en el sentido de ofrecer en el futuro infraestructuras computacionales de fácil acceso a los diversos niveles socioeconómicos y para las diversas formas de enseñanza-aprendizaje porque independientemente de las limitaciones que en el presente se enfrenten para su uso, los aportes didácticos son importantes y, por otro lado, la evolución cultural en el mundo es un proceso que no puede ser retardado o detenido.

El valor intrínseco de la computadora radica en que por sí misma puede ser un diseño instruccional que proponga al alumno no sólo una serie de preguntas y respuestas, sino también una situación bajo su pleno "control", que le obliga a mantener concentrada su atención y a tener alerta todos sus sentidos en un tiempo extraordinariamente más amplio que el que comúnmente emplea alrededor de un fenómeno a estudiar.

En otro sentido, demanda del maestro un cambio conceptual de su propio aprendizaje así como de sus formas de enseñanza y de su actitud ante el proceso de aprendizaje, porque es agente central en una comunidad dialéctica de aprendizaje y forma una relación tripartita con el alumno y la materia impartida.

El docente se convierte en un artesano -moldeador de inteligencias-, que es particularmente importante hoy en día debido a que la tecnología limita la capacidad de expresión y porque facilita los diversos tipos de inteligencia en los estudiantes posibilitando la concepción y ejecución del aprendizaje.

El mantenimiento y equilibrio de su condición artesanal es para el profesor un empeño diario que se ve profundamente afectado por el ordenador. (Streibel, op.cit., 1989). En pocas palabras la inclusión de la computadora es un elemento que no sólo ayuda en el quehacer pedagógico sino un elemento revolucionario de las formas de enseñanza y aprendizaje.

Por otro lado, la computadora implica un reto motivante por sí misma, que garantiza una constante de interés de los alumnos sobre las actividades que realiza en ella. Freeman, (1990) considera que el uso de las computadoras en la escuela es análogo a los métodos utilizados para la **investigación, manipulación, presentación e interpretación de los datos**, sólo que en condiciones en las que se pueden manejar una gran variedad de imágenes, sonidos, textos, gráficas, etc., con las que el alumno interactúa de diferentes maneras.

Los programas de multimedia, bases de datos, redes semánticas, sistemas expertos, computadoras conferenciantes e hipermedia (Jonassen, 1995) ofrecen un instrumento poderoso para programas con contenidos simulados que representan: el deseo por controlar el uso de la computadora; las respuestas de los usuarios al percibir los desafíos en la misma y la aspiración de los usuarios por explorar la complejidad del software.

Las preguntas inmediatas a responder con respecto a la acción de la computadora son:

*¿Cuáles son los componentes físicos y funcionales que hacen de la computadora un material de apoyo tan valioso?*

*¿Cuáles serían las condiciones de un software que promoviera el cambio conceptual efectivamente?*

*¿Es factible la utilización masiva de la computadora dentro del ámbito escolar en las condiciones óptimas para promover un cambio conceptual exitoso?*

En las siguientes líneas se intenta proporcionar un panorama general sobre los avances en la investigación que han tratado de dar respuesta a estos cuestionamientos.

### **3.2 Enfoques sobre el uso de la informática con fines educativos.**

La literatura científica en los últimos 15 años con respecto a los **softwares educativos** (soporte lógico o programa que colecciona instrucciones para que la computadora cumpla con una función o realice una tarea), (Galvis, 1992), ha demostrado la capacidad de la máquina para apoyar al estudiante a desarrollar sus facultades que le permita articular el trabajo en su propia mente y mejorar su comunicación con la realidad.

Si bien, en un principio el movimiento de la "Instrucción Asistida por Computadora" (**CAI**), que consistía básicamente en que los alumnos respondieran preguntas hechas por el maestro a través de programas elaborados previamente, le abrió las puertas de la educación escolarizada a la informática; su empleo fue limitado ya que su objetivo era el de desarrollar el proceso cognitivo y la educación tradicional impedía a los alumnos utilizarla con propósitos reales y personales anulando su capacidad de planeación, autocorrección de errores o desvíos del objetivo deseado, la estructuración modular de las actividades, la invención de modelos, etc.

Posteriormente, Seymour Papert<sup>5</sup> (citado por Reggini, op.cit., .1982), formador del grupo LOGO en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) Estados Unidos, afirma que la incursión de la computadora en el ámbito educativo es algo más que la propuesta del enfoque CAI; dice que es el desenvolvimiento de una cultura: "la cultura

---

<sup>5</sup> El Dr. Seymour Papert es investigador Suamcano, trabajó con Piaget y a partir de entonces abrió la preocupación sobre como la tecnología podía ayudar a pensar mejor. Creó el lenguaje Logo y proyecta el construccionismo como mejor forma de aprendizaje. Sus trabajos más significativos son Media Lab, revisiones sobre las versiones más evolucionadas sobre micromundos y los bloques programables LEGO-Midstorms en el que actualmente trabaja.

de la computación", lo cual implica una transformación en las formas del pensamiento hacia la enseñanza y el aprendizaje, hacia nosotros mismos y de nuestras formas de comportamiento, provocando que la enseñanza tradicional se tome aún más aburrida y estática.

El atractivo resulta de las posibilidades de presentación del Software educativo o **courseware** (software educativo para los cursos que apoyan directamente el proceso de enseñanza-aprendizaje) (Galvis, Op. Cit., 1992), en donde el sistema operacional, el lenguaje y el sistema de programación permiten obtener una **aplicación** (código ejecutable directamente en la máquina), que explota en su mejor posibilidad las potencialidades de aprendizaje de los alumnos sobre determinados contenidos.

Streibel, op.cit., (1989) menciona que existen **tres enfoques principales sobre el uso de ordenadores en la enseñanza que son:** adiestramiento y práctica; tutoría informática y simulación; y programación.

#### ♦ **Adiestramiento y práctica.**

Estos son programas didácticos informáticos que promueven el aprendizaje con una estrategia de enseñanza basada en el adiestramiento y práctica, son los más comúnmente usados.

Estos programas dan prioridad a los rendimientos conductuales, como en el caso de los objetivos educativos, con lo cual limitan el desarrollo de objetivos alternativos de aprendizaje porque suponen que ha habido una instrucción previa sobre el concepto o destreza; sólo se complementa la enseñanza normal, no se sustituye; la enseñanza sigue una secuencia lineal escalonada y controlada de subdestrezas indicadas en un algoritmo que se debe automatizar por repetición y practica.

En la lógica del contenido existe una dicotomía entre las respuestas acertadas y erróneas; la unidad básica de interacción es la pregunta del maestro y la respuesta correcta del alumno; la retroalimentación consiste en la comprobación inmediata de las respuestas del alumno con relación a la lógica del contenido y la demostración positiva, si la respuesta fue correcta o corregida si es incorrecta.

En estos programas el alumno es considerado una "caja negra" y sus procesos son moldeados por un sistema mecánico externo, (Streibel, 1989, lo define como tecnología conductual determinista), que permite empezar la adquisición de la destreza pero impide alcanzar niveles más altos de aprendizaje. Sin embargo se ha observado que para alcanzar la maestría se requiere algo más -como desarrollar el pensamiento crítico, la autonomía intelectual para la resolución de problemas, etc.-, que asociar las diferencias en el total de rendimiento del alumno con las diferencias en el ritmo de aprendizaje o diseñar conscientemente la enseñanza para garantizar resultados.

"...Estos programas limitan el significado de la individualización al ritmo del progreso y al nivel de dificultad en el aprendizaje, el tipo de interacción del alumno y del ordenador a un ámbito de rendimiento descontextualizado y disminuyen la integración de las subdestrezas y con las destrezas de nivel más alto. ..." (Streibel, op.cit., 1989, pag. 317)

Lo cual resulta altamente crítico para que el alumno alcance la autonomía intelectual basada en el desarrollo del pensamiento crítico y racional.

#### ◆ **Tutoría informática y simulación.**

Los programas informáticos para la enseñanza asistida superan el enfoque anteriormente tratado ya que están diseñados para establecer fundamentalmente un diálogo con el usuario, porque es considerado un elemento fundamental para obtener los niveles superiores del aprendizaje y porque emplean un tipo de métodos de control de calidad más sofisticados.

Streibel, op.cit. (1989) establece que los diferentes tipos de interacción entre el ser humano y el ordenador en los programas informáticos de enseñanza asistida son "pruebas en línea"<sup>6</sup>, en las que se compara el modelo de rendimiento del alumno con el del experto, el estudiante se ve envuelto en un control de calidad continuo y en un contexto guiado por las intenciones de un agente externo que resulta inegociable y mensurables y que tienen la misma duración que la interacción, en el diálogo interpersonal también se produce un control de calidad en el intercambio de ideas pero la comunicación si resulta negociable, dado que se exige del alumno rendimientos predeterminados.

Este tipo de control favorece la reorganización conceptual en los alumnos porque les obliga a enfrentarse a su propia incapacidad, empujándole a adoptar el modelo científico propuesto por la vía de la comprensión y el entendimiento.

*Las consecuencias en la aplicación de estos programas son:*

- 1 Se obtiene un aprendizaje aditivo porque se persigue un objetivo determinado, se descartan los rodeos alrededor de una materia determinada.
- 2 El aprendizaje se centra en medios genéricos a pesar de que la programación es individualizada, para controlar los medios y los fines.

---

<sup>6</sup> El concepto de pruebas de línea lo introduce el autor para denominar a los programas computacionales que utilizan un proceso de interacción con el alumno en los que se proporciona u diagnostico continuo del rendimiento de los alumnos, por ejemplo los tutoriales

- 3 Aceleran el proceso de aprendizaje en el sentido de que el estudiante puede tener una mayor eficiencia en emitir respuestas esperadas por el experto consideradas correctas ya que se respeta su ritmo de aprendizaje, sin embargo esta dirección no incluye un esfuerzo de reflexión o raciocinio crítico.

Estos programas han intentado que la interacción del estudiante con la computadora sea lo más semejante posible a la relación interpersonal del maestro con el estudiante, pero sus alcances no han logrado obtener el componente de control conjunto que se realiza entre los dos.

Lo único que han podido controlar es el ritmo o paso de secuencias definidas previamente, la ruta o algoritmo para alcanzar el objetivo previsto y la cronología o velocidad de las respuestas individuales. El proceso de interacción en estas condiciones Streibel lo define como "útilogos" en vez de diálogos.

#### ◆ Programación y Simulación

Aunque estos programas informáticos para la enseñanza asistida mejoran los programas de adiestramiento y práctica, todavía son intentos fallidos para obtener los saltos cuantitativos y cualitativos del aprendizaje y pensamiento reflexivo. Para dar respuesta a este problema surge las propuestas de programas de programación y simulación que consideran las computadoras como herramientas intelectuales.

Los programas de esta índole, consideran a las computadoras como "objetos que ayudan a pensar". Esta conceptualización nos indica que la orientación que se debe seguir al diseñarlos ya no es la de medios y fines para lograr la eficiencia y rendimiento, sino lograr el aprendizaje en términos de un proceso diseñado sistemáticamente y gestionado racionalmente, concretamente, un proceso en el cual el alumno controla todo sin que un agente externo conceptualice, diseñe y controle el proceso de aprendizaje.

***En este sentido el papel del maestro se modifica; toma la forma del experto que brinda asesoría externa para resolver problemas en la incompatibilidad de ideas o la elección de materiales para el esclarecimiento de las dudas.***

Streibel, (1989) define a la computadora como una caja que manipula símbolos e información de acuerdo a un plan y explica que cuando la utilizamos estamos obligados a usar su lenguaje, en cambio cuando seguimos el plan diseñado por otra persona, se siguen un conjunto de procedimientos.



En ambos casos el estudiante se enfrenta con la interrogante acerca de la naturaleza de los planes y los tipos de símbolos que se pueden manipular. Sin embargo, los símbolos que un ordenador utiliza sólo son estados de energía semánticamente vacíos, que por muy perfectos que sean, únicamente nosotros podemos asignarle activamente significados.

El lenguaje de la computadora es:

***“...un conjunto de notaciones sintácticas para controlar las operaciones del ordenador...” (Streibel, 1989 pag. 326), por lo que los usuarios sólo pueden trabajar dentro de las limitaciones epistemológicas de esas herramientas y asignarles sus propios significados.***

Como las computadoras sólo pueden manipular símbolos y datos explícitos de acuerdo con reglas sintácticas formales, legitiman exclusivamente los datos que entran en su marco e invalidan los conocimientos que no entran.

Las características del conocimiento que aceptan son: orden gobernado por reglas, sistematicidad objetiva, claridad explícita, ausencia de ambigüedad, ausencia de redundancia, coherencia interna, ausencia de contradicción –es decir, lógica del medio excluido– y aspectos cuantitativos, así como la deducción y la inducción, como los únicos métodos lógicos aceptables.

Por el contrario suele deshabilitar: objetivos no previstos, orden autoconstruido, sistematicidad orgánica, carácter connotativo y tácito, ambigüedad, redundancia, racionalidad, dialéctica, simultaneidad de distintas lógicas y aspectos cualitativos, así como los métodos epistemológicos: abducción, interpretación, intuición, introspección y síntesis dialéctica de realidades múltiples y contradictorias, que los maestros pueden proporcionar en su carácter de expertos.

Muchas son las investigaciones que se han realizado para integrar la computadora en los escenarios de la enseñanza, a través del tiempo los esfuerzos se han detenido a pensar sobre puntos diversos de interés pero dos cosas los identifican; las características del software que debe ser diseñado para apoyar efectivamente el aprendizaje y las condiciones en las que se debe desenvolver. La historia de la informática educativa nos muestra diferentes formas de diseñar softwares educativos y transforma sus parámetros para identificarlos como instruccionalmente efectivos de acuerdo a las demandas de la psicopedagogía moderna.

Para tener una idea más aproximada de la evolución de las computadoras al servicio de la educación, en el siguiente cuadro, extraído del libro de Braden (Op.Cit.), se describen los sistemas computacionales desde el más antiguo, sin que esto signifique que se haya dejado de utilizar, hasta los más modernos producto de múltiples investigaciones sobre los efectos de la computadora en el aprendizaje:

<b>SISTEMAS COMPUTACIONALES</b>	<b>CARACTERISTICAS PRINCIPALES</b>
<p>◆ <b>SISTEMAS TUTORIALES (ST)</b></p> <p><b>VENTAJAS</b> Es útil cuando se requiere alta motivación, retroalimentación diferenciada e inmediata, permite tener un ritmo propio de aprendizaje, secuencia controlable por el usuario parcial o totalmente.</p> <p><b>LIMITACIONES</b> Es poco el efecto que tienen en el aprendizaje en el que se exige desarrollar modelos propios de pensamiento.</p>	<p>Incluye las fases de Gagné:</p> <p>a) Introdutoria, b) orientación, c) aplicación, d) retroalimentación.</p> <p>Su objetivo es ofrecer un menú que ayude a promover las motivaciones individuales, por lo que la secuencia de instrucción puede ser seleccionada por el alumno de acuerdo a sus intereses y necesidades.</p> <p>Así mismo está estructurada de acuerdo a metas educativas.</p> <p>El ambiente de aprendizaje está diseñado para que sea significativo para los estudiantes, aunque se toma en cuenta también el tipo de contenido, de estrategias de aprendizaje que se requiere para organizarlo y las oportunidades de práctica y retroalimentación.</p> <p>Se debe diseñar y programar un sistema de evaluación que reiteradamente indique al usuario el nivel que alcanzó y si es acreditable o no e inmediatamente el estudiante debe contar con un proceso de reorientación.</p>

SISTEMAS COMPUTACIONALES	CARACTERISTICAS PRINCIPALES
<p>■ <b>SISTEMAS DE EJERCITACION Y PRACTICA. (SEP)</b></p> <p><b>VENTAJAS</b> Contribuyen al logro de habilidades y destrezas, sean intelectuales o motoras, permite un alto grado de motivación por que se puede generar un juego de autocompetencia, permiten obtener grandes logros en las habilidades y destrezas intelectuales o motoras que requieren ejercitación o reorientación.</p> <p><b>LIMITACIONES</b> Sólo es útil cuando el contenido requiere ejercitación por lo que no puede apoyar el pensamiento reflexivo o abundar en el contenido. Es más útil para aprender en el conocimiento procedural que el declarativo.</p>	<p>El aprendiz debe contar con instrucción previa sobre el contenido antes de iniciar con este diseño. Este diseño esta estructurado para ofrecer un amplio espectro de aplicación y retroinformación.</p> <p>Debe tener tres condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Gran cantidad de ejercicios,</li><li>b) Variedad en los formatos con que se presentan,</li><li>c) Retroinformación que oriente indirectamente la acción del aprendiz.</li></ul> <p>Debe ofrecer una gran gama de preguntas y respuestas para que el alumno sienta la motivación propia de la competencia; la atracción de una buena mezcla multimedia y un sistema de estímulos y castigos asociados a los comportamientos.</p> <p>Se puede programar la retroalimentación "por defecto" para que la máquina señale, al final de la actividad, las deficiencias detectadas.</p> <p>También puede ser proporcionada "sobrecercitación por defecto" en la que la máquina despliega un perfil de la ejecución del usuario y propone un conjunto de ejercicios para superar sus defectos.</p>

SISTEMAS COMPUTACIONALES	CARACTERISTICAS PRINCIPALES
<p>■ <b>SIMULADORES (MICROMUNDOS) Y JUEGOS EDUCATIVOS.</b></p> <p><b>VENTAJAS</b> Apoyan el aprendizaje por experiencia y conjetural, que es fundamental para el aprendizaje por descubrimiento y la actividad constructiva del aprendizaje; tienen acercamientos más reales y objetivos con el mundo por lo que es más fácil entender los fenómenos que en el se producen; tiene retroalimentación constante y precisa sobre sus dudas e hipótesis.</p> <p><b>LIMITACIONES</b> Es necesario crear un sistema de estímulos o castigos para conservar la motivación de los estudiantes. Se requiere un maestro cuyo estilo evite ser directivo, que genere retos, sea directo y le permita al alumno equivocarse y corregirse.</p>	<p>Los dos diseños apoyan el aprendizaje experiencial y conjetural, como base para lograr el aprendizaje por descubrimiento.</p> <p>En un micromundo el alumno: experimenta al mundo real con una fuente de conocimiento análoga, resuelve problemas, ejecuta procedimientos, entiende y controla las características de los fenómenos y aprende a tomar decisiones diferenciales en situaciones críticas.</p> <p>Los juegos pueden simular o no la realidad, pero su característica principal es que tienen que ofrecer retos o situaciones entretenidas.</p> <p>Buscan que a través del entretenimiento el alumno aprenda algo dependiendo de la naturaleza del juego.</p>

SISTEMAS COMPUTACIONALES	CARACTERISTICAS PRINCIPALES
<p>■ <b>SISTEMAS EXPERTOS (SE)</b> <b>VENTAJAS</b></p> <p>El diseño utilizado para los sistemas expertos o sistemas basados en conocimientos, es capaz de interactuar con el usuario y retroalimentarlo con una gran profundidad en niveles muy complejos del conocimiento. Le permite al aprendiz cometer errores <i>sin peligro de hacerse, hacer daño o de desperdiciar recursos</i>, por lo que puede obtener una amplia experiencia. El aprendizaje que promueve es reconstructivo por lo que puede desarrollar pensamiento de alto nivel. Permite al diseñador darse cuenta de las <i>microcaracterísticas del conocimiento</i> y su relación con el proceso de aprendizaje de una forma sistémica, es decir, obviando la unión de información o conocimiento y control o reglas de reestructuración y manipulación de este conocimiento.</p> <p><b>LIMITACIONES</b></p> <p>Este diseño es de los más útiles como herramienta cognitiva, sin embargo el costo de elaboración es muy alto ya que requiere tecnología muy compleja y gravosa, así como expertos muy especializados en cada una de las áreas, por lo tanto, está al alcance de muy pocas escuelas. Así mismo se encuentra todavía en investigación.</p>	<p>Los sistemas expertos o sistemas basados en conocimientos son capaces de representar y razonar acerca de un dominio rico en cognición para resolver problemas, así como ofrecer consejos a las personas que no son expertas en la materia (aplicación de reglas de principios de alto nivel y la emisión de juicios de valor).</p> <p>Debe operar con gran velocidad, precisión, exactitud y explicar o justificar lo que enseña para convencer al usuario que su razonamiento es correcto.</p> <p>Debe proporcionar al usuario las suficientes oportunidades de experimentar para que la posibilidad de error en la solución de problemas sea prácticamente nula.</p> <p>Trabaja básicamente la motivación intrínseca y autorrefuerzo de los aprendices.</p>

<sup>7</sup> El autor utiliza el término «refinamiento a pasos» que se refiere a la base de la programación estructurada para abordar solución de problemas en la que se refleja la heurística de «divide y vencerás» donde el alumno no sólo halla situaciones intermedias que permiten pasar de la solución inicial a la final, sino que pasa a través de un refinamiento sucesivo de tales situaciones

<b>SISTEMAS COMPUTACIONALES</b>	<b>CARACTERISTICAS PRINCIPALES</b>
<p>■ <b>SISTEMAS TUTORIALES INTELIGENTES (STI)</b></p> <p><b>VENTAJAS</b> Promueve la creación de ideas nuevas y se adapta a las características conceptuales, cognitivas y motivacionales del alumno. Tiene una base conceptual como la del experto o superior al mismo y con una interfaz generativa y de evaluación que hacen posible una gran variedad de contextos de aprendizaje.</p> <p><b>LIMITACIONES</b> Es un sistema muy caro y complejo de realizar y esta por el momento todavía en investigación. (Ingeniería de conocimientos)</p>	<p>Estos sistemas se derivan de los esfuerzos del desarrollo en inteligencia artificial pero se inclinan a mostrar un comportamiento inteligentemente adaptativo del tratamiento educativo sobre lo que se quiere aprender y de las características y desempeño del aprendiz.</p> <p>La idea básica es ajustar la estrategia de enseñanza-aprendizaje, el contenido y forma de lo que se aprende a los intereses, expectativas y las características del estudiante de acuerdo a las posibilidades de presentación y niveles del conocimiento que se pueda obtener.</p> <p>Debe tener en sus componentes básicos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>· El sistema experto (base de conocimientos del experto),</li><li>· Interfaz con los conocimientos, habilidades y destrezas que tiene el estudiante (sobre la base del modelo del estudiante o base de conocimientos del alumno).</li><li>· Módulo de interfaz que ofrezca distintos tipos de ambientes de aprendizaje-interfaces adaptativas para llegar al conocimiento buscado.</li><li>· Módulo tutor para generar situaciones por resolver, aplicables en el estado de conocimiento del aprendiz con respecto al conocimiento del experto.</li></ul> <p>El STI requiere para elaborar un diseño instruccional: a) Una ingeniería de conocimientos muy minuciosa y elaborada para promover diferentes tipos de resultados de aprendizaje a partir de variadas estrategias que sean aplicables y, b) El sistema de evaluación que identifique la base de conocimientos experta y capaz de diagnosticar los conocimientos del aprendiz, de igual forma que proporcione las oportunidades de retroalimentación y reflexión sobre el conocimiento que propicie el aprendizaje.</p>

Los sistemas antes descritos responden a necesidades específicas de los procesos cognitivos, por lo que todos estos pueden estar encuadrados en un sistema computacional basado en la orientación constructivista para obtener los resultados más exitosos, sin embargo, la orientación psicopedagógica que se elija debe reunir ciertas condiciones que propicien y confirmen claramente los resultados obtenidos por el diseño. En los siguientes párrafos se proporcionará al lector un panorama de las características de un diseño instruccional de corte constructivista que han sido descubiertas y propuestas en muchos estudios, así como, las propias de este estudio.

### **3.3 Las propuestas constructivistas para diseñar ambientes computacionales de aprendizaje.**

A partir de los años 70's se desarrollaron los trabajos más importantes alrededor de los efectos de la teoría cognitiva en la instrucción como respuesta a la incógnita del gran impacto tecnológico de las computadoras en la educación. (Wishart, 1990 Howe, op.cit., 1991; Vitale, op.cit., 1994; Rosenshine, Op. Cit., 1995; Mayer y Sims, op.cit., 1994; Jonassen, op.cit., 1995; Susuki, 1995; Dede, 1995; Morrison, y Collins, 1995; Jones, Farquhar, y Surry, 1995; Ertmer, y Russell, Wilson, 1995; etc.).

Salomon (1993), concluye, como resultado de sus investigaciones, que la utilidad de las computadoras como herramienta intelectual es tal, que estimula los pensamientos de alto orden e impulsa a los estudiantes para desarrollar su pensamiento independiente. Las ventajas de trabajar con programas, considerando la computadora como una herramienta cognitiva son:

- a) Se depende más de las características del conocimiento que de las dimensiones tácitas e interpretativas del mismo.
- b) Las computadoras nos obligan a actuar como si fuésemos procesadores de información gobernados por reglas.
- c) El pensamiento funciona como un solucionador de problemas que utiliza cálculo formal, operaciones sobre datos y análisis racional.
- d) *Obliga al usuario a ser agente de predicción, cálculo y control.*
- e) Propicia el desarrollo de la comprensión del contenido a través de las simulaciones y no sólo sistematiza los esquemas procedimentales.

Aunque estas ventajas resultan muy atractivas para la enseñanza que busca el cambio conceptual en los alumnos, todavía tiene limitaciones que los investigadores están tratando de resolver, como por ejemplo: la posibilidad de legitimar las caracterís-

ticas del conocimiento que excluye la computadora; mejorar las estrategias instruccionales que promuevan el diálogo crítico, el papel del maestro como programador de herramientas cognitivas computacionales, la naturaleza sintáctica de los lenguajes informáticos en contraste con los lenguajes naturales, etc.

La relación del alumno con la máquina esta caracterizada por acciones compartidas, en donde el estudiante, que tiene que ejecutar operaciones de alto nivel, comparte el peso intelectual con la máquina, que realiza las operaciones de bajo nivel, dejando libre al estudiante de éste trabajo para realizar el suyo.

La computadora aporta a esta relación una guía-experta, la cual el estudiante puede internalizarla de tal manera de fijarla como su propia guía. La computadora en si misma no es ni buena ni mala, afirma Salomon, y sólo funciona en ambientes de aprendizaje bien orquestados, en eventos de salón de clases, funciones y factores cuando el contexto en el que está usada esté integrado.

Las computadoras se comportan como herramientas cognitivas en el aprendizaje y reestructuración del conocimiento cuando ayudan a organizar la memoria para monitorear los pasos por los cuáles el estudiante resuelve los problemas y los replica en el contexto del mismo. La replica ayuda a reducir la carga en la memoria y apoya las funciones metacognitivas en las que ellos modelan y controlan su propio monitoreo en la resolución del problema.

Este procedimiento tiene el propósito de ayudar a los estudiantes a internalizarse en los procesos del nivel metacognitivo del experto y posibilita la generación de hipótesis y de mejorar la representación mental del conocimiento. (Lajoie y Derry, 1994) Si se aceptan estas suposiciones sobre el aprendizaje entonces las escuelas deben comprender que la tecnología es más que un Hardware, porque diseña también el mejoramiento de los aprendices, sus estrategias, habilidades para el pensamiento crítico, replica y aplicación de técnicas (reconstrucción conceptual del contenido), además es:

***un ambiente o conjunto definible de actividades que comprometen al estudiante en la construcción del conocimiento y en darle significado -motivación y cambio de actitud hacia el aprendizaje,***

Porque la construcción del conocimiento no esta apoyada por tecnologías utilizadas como conductores de instrucción que prescriben y controlan todas las interacciones del estudiante, posibilidades hipotético-deductivas, sino que apoyan mejor la construcción del conocimiento cuando son necesarias, cuando manejan tareas, cuando las interacciones son iniciadas y controladas por el estudiante y cuando las interacciones con las tecnologías están conceptualmente e intelectualmente involucradas (Diseño instruccional constructivista).



Las tecnologías como paquetes de herramientas (kits) capacitan a los estudiantes para construir más significados, interpretaciones personales y representaciones del mundo. Estos paquetes de herramientas pueden apoyar funcionalmente los requerimientos de aprendizaje de un curso de estudio; los estudiantes y las tecnologías pueden ser compañeros intelectuales donde las responsabilidades cognitivas a realizar son distribuidas por la parte de los compañeros que la ejecutan mejor. La tecnología puede ser usada como facilitadora del pensamiento y como constructora del mismo porque:

- 1. Sirve para acceder información, representar ideas y comunicarse con otros.**
- 2. Genera productos.**

La tecnología en el contexto sirve para:

**Representar y simular significativamente problemas del mundo real, situaciones y contenidos; para representar creencias, perspectivas, argumentos, e historias de otros; para determinar un controlable problema espacial para el pensamiento del estudiante y para apoyar discusiones entre la construcción de un conocimiento comunitario de los estudiantes.** (Jonassen, op.cit, 1995).

Es como un compañero intelectual o herramienta pensante que ayuda a articular lo que los estudiantes conocen; representar sus conocimientos; reflexionar en lo que tienen que aprender y como llegar a conocerlo; apoyar la negociación interna al construir significados y/o para construir representaciones personales con significado y para apoyar pensamientos diligentes.

La tecnología usada como herramienta solamente tiene aplicaciones muy obvias; como procesador de textos, hoja de cálculo, diseñadora de programas, etc., pero como constructora del conocimiento requiere producir comunicaciones y diseño de materiales para manejar recursos.

Las herramientas cognitivas o del pensamiento extienden las capacidades del ser humano y el funcionamiento cognitivo durante el aprendizaje, involucrando a los estudiantes en operaciones mentales, que por otro lado no podrían estimular para construir su conocimiento. (Lajoie y Derry, op.cit., 1994; Jonassen, op.cit., 1995).

Ejemplos de ambientes computacionales donde se han obtenido evidencias de como las computadoras pueden ser usadas como herramientas cognitivas para el aprendizaje, reestructuración del conocimiento, construcción de modelos mentales y promotores de la resolución de problemas son: los programas Sherlock I y II y Bio-world diseñados por Lajoie, (1993) y Katz, y Lesgold, (1993) (citados en Lajoie y Derry, op.cit,

1994), que sirven para entrenar aviadores en la resolución de problemas para tiros certeros y para el diagnóstico de enfermedades infecciosas por parte de estudiantes en biología; los trabajos de la Universidad de Leeds que realizan unidades de aprendizaje basadas en la computadora utilizando CD-ROM bajo la dirección del Prof. Roger Hartley y el programa de la Universidad de Berkley sobre Tecnología Instruccional que han creado dos subprogramas: The interactive Physics I y II Computer Experimentos, con los que ayudan a los estudiantes de física en la resolución de problemas a través de experimentos realizados con simulación y muchos más trabajos enfocados al propósito de mejorar la instrucción.

Savery y Duffy, (1995)<sup>8</sup> apoyados en los trabajos de Rorty, (1991), Von Glaserfeld, (1989) y Lebow, (1993) identifican tres proposiciones principales del constructivismo que ayudan a la enseñanza asistida por computadoras:

- La suposición de que la comprensión se da de la interacción con el ambiente y de que la computadora puede proporcionarnos “muchos ambientes” de experimentación,
- El conflicto cognitivo o enigmático es el incentivo para aprender a determinar la organización y naturaleza de lo que es aprendido y por último;
- Que el conocimiento se desarrolla a través de una negociación social y la evaluación de la viabilidad de la comprensión individual.

De estos principios se deriva los **supuestos instruccionales** que el autor considera deben tomarse en cuenta para diseñar ambientes de aprendizaje asistidos por computadora los cuáles son:

- a) Asegurarse de tener todas las actividades de aprendizaje para una gran tarea o problema.
- b) Apoyar al estudiante a desarrollar su sentido de pertenencia a la totalidad del problema o la tarea, al proceso usado para desarrollar una solución; creándole objetivos de aprendizaje.
- c) Diseñar una tarea auténtica, presentando al alumno continuamente el mismo tipo de cambios cognitivos, haciendo que las demandas intelectuales sean consistentes con las demandas del ambiente.

---

<sup>8</sup> Savery y Duffy, (1993) crearon un ambiente de simulación denominada Problem Based Learning (PBL) basados en los principios anteriormente descritos, este ambiente es un modelo desarrollado para educación Médica desde 1950. En la actualidad se aplica en seis escuelas de medicina con diferentes propósitos y con una estructura instruccional que ha implementado muchas estrategias instruccionales.

- d) Diseñar la tarea y el ambiente de aprendizaje, reflexionando en la complejidad que requieren para que los alumnos sean capaces de funcionar en ellos.
- e) Diseñar el ambiente de aprendizaje para apoyar y cambiar el pensamiento del estudiante.
- f) Fomentar en el alumno el hábito de confrontar las ideas con otras visiones alternativas y otros contextos.
- g) Proporcionar oportunidades y apoyar la reflexión del contenido aprendido y el proceso de aprendizaje.

El puente que une, en la práctica, a los dos grupos de principios anteriores es la estructura del diseño instruccional programado en la computadora, visto desde un punto más general lo que se hace al presentarle al estudiante estos materiales es utilizar la tecnología para simular contextos del mundo real, que permitan conectar la comunidad de aprendices con las comunidades de practicantes, proporcionales las experiencias requeridas que sirvan el aprendizaje cognitivo.

***En el diseño instruccional están las acciones que el maestro planeó para llevar al alumno a la adquisición del contenido propuesto.***

Las formas tradicionales de diseños instruccionales son meramente expositivas por parte del maestro y receptivas por parte de los alumnos; por lo tanto la planeación instruccional se realiza atendiendo a las demandas de los maestros más que a la de los alumnos. (Labinowicks, 1989 ).

La computadora facilita que la enseñanza dirija sus acciones instruccionales al desarrollo de los procesos cognitivos de los alumnos, sobre todo en lo que concierne a las estrategias cognitivas debido a la facilidad procedural de la computadora análoga y a la necesidad de contar en una estrategia cognitiva adecuada de pasos concretos y visibles. (Rosenshine, Op.Cit., 1995).

En la primera parte de este documento se describió, con todo detalle, las características conceptuales que interesan a esta investigación; relativa al aprendizaje y al procesamiento humano de la información. La relación de estas con el auge de las teorías computacionales del aprendizaje empieza cuando la gran capacidad sintáctica general, que supuestamente permitía resolver cualquier tarea sin necesidad de conocimientos específicos, resultó ser insuficiente.

Hoy en día debido a los constantes cambios de las condiciones explicativas de los fenómenos, se requiere de un sistema de procesamiento de la información artificial o humana, una cierta cantidad de conocimientos específicos para enfrentarse a un

problema complejo "semánticamente rico" (Pozo, Op.Cit, 1996), por lo que buena parte de los estudios están dirigidos al diseño de sistemas expertos, ya que proporcionan gran aptitud para arreglar diseños de gran capacidad semántica y luego modificarlos o darles poder de automodificación que reduzca la semántica a reglas sintácticas.

Ejemplos de estas teorías son: las teorías ACT (Adaptive Control of Thought: Control adaptativo del pensamiento) de Anderson; la teoría de Rumelhart y Norman y la teoría de la inducción pragmática de Holland y Cols.<sup>9</sup>, el enfoque de Susanne Lajoie sobre la computadora como herramienta cognitiva y la visión de los científicos preocupados por las comunidades de aprendizaje para el siglo 21, que proponen el arreglo del espacio físico disponible como un ambiente de aprendizaje, estas teorías adoptan todos los principios de la psicología cognitiva sobre los mecanismos de aprendizaje para la construcción del conocimiento significativo.

Las teorías que nos interesan más para los propósitos de esta tesis son las compatibles con los datos psicológicos, porque como indica Pozo, (Op.Cit., 1996), se propone que exista un procesamiento de la información en paralelo y no-serial; una memoria de trabajo de capacidad limitada o un aprendizaje en tiempo real que sean aplicables a la adquisición de significados, lo cual permitiría apoyar la memoria semántica de los alumnos y solventar algunos de los problemas de aprendizaje más comunes entre los escolares como es su incapacidad para hacer síntesis y transferencia de la conceptualización teórica hacia la práctica con éxito.

En las siguientes líneas se describen algunos planteamientos que son importantes para explicar el origen metodológico de la propuesta de esta tesis.

### **3.4 Los principios psicopedagógicos relacionados con la computación.**

El funcionamiento del pensamiento y los procesos memorísticos que lo componen así como la función del lenguaje de transmisor de los conocimientos representados en la mente antes y después de la instrucción, adoptan una estructura especial y fundamental cuando la enseñanza retoma la computadora como herramienta de apoyo para construir un campo de explicación de la realidad. En esta parte de la tesis se intenta desplegar un panorama de la relación y productos de aprendizaje que la computadora tiene con los procesos cognitivos.

---

<sup>9</sup> Para mayor información sobre estas teorías ver a Pozo, Op.Cit., 1996 en el capítulo 6

En primer lugar, es importante plantear que la estructura de la computadora nos permite hacer una analogía con el cuerpo humano de acuerdo a su funcionalidad como la que describe:

1. La computadora es un cuerpo que escucha, responde, etc.
2. La computadora guarda en memoria los datos, envía mensajes de error, responde a las demandas, etc.
3. La computadora tiene partes internas que utiliza como: regla de cálculo, lápiz para hacer dibujos, etc.
4. La computadora tiene un lenguaje específico que facilita la comunicación de los mensajes.

Sin embargo, tiene la limitación de ser un ente incapaz de crear o interpretar la realidad, estas posibilidades en la máquina están supeditadas a lo que el usuario produzca en estos terrenos. Por lo tanto, el intercambio de acciones debe estar de antemano planeado –programado-, de manera que los errores a corregir sean los del alumno.

Se tiene cabida a cierto grado o forma de improvisación en la medida en que la computadora tenga los elementos suficientes en "memoria" para responder a las demandas del usuario. (Vitale, op.cit., 1994) Mayer y Sims, op.cit., (1994) ofrecen un modelo (fig. 7) que resume la teoría del código dual del aprendizaje con Multimedia, en el que presentan tres procesos a considerar del como al se expuesto visual y verbalmente el material este puede ser integrado en la memoria de trabajo, durante el aprendizaje. Este modelo tiene el siguiente procedimiento:

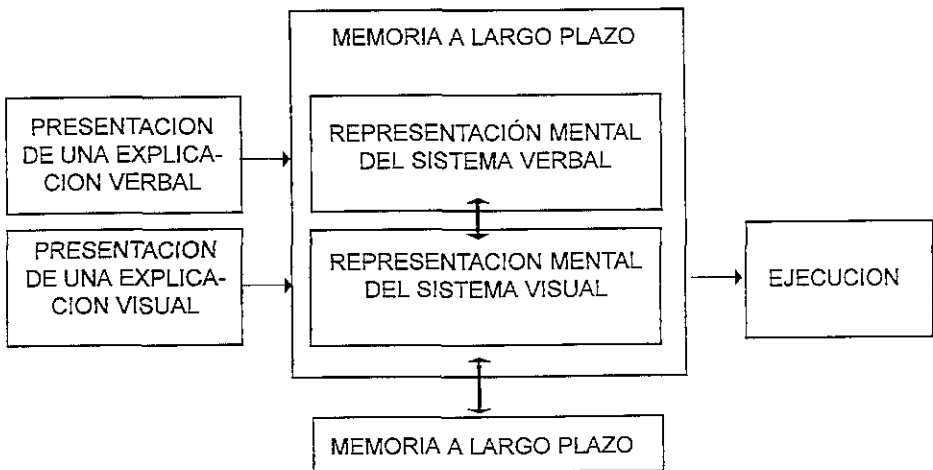


Figura 7.- Modelo de representación del almacenamiento de la información en la memoria a través del impacto de la computadora en el proceso de aprendizaje del alumno propuesto por Mayer y Sims.

- En el primer cuadro se presenta al estudiante una explicación verbal, a manera de narración. Esto posibilita que en la memoria de trabajo del estudiante se construya la representación mental descrita en la explicación verbal. (Building a verbal representational connection or verbal encoding)
- En el segundo cuadro se hace una presentación visual mediante una animación. También se forma una representación que permite al proceso cognitivo ir de una externa a una interna representación de la información visual simultáneamente. (Building a visual representational connection o visual encoding).
- Las flechas indican la conexión de representaciones referenciales entre dos representaciones mentales, es decir, el mapa de las relaciones estructurales entre las dos representaciones del sistema.
- La parte de ejecución que muestra la figura 7 indica las respuestas de los estudiantes para probar la retención y transferencia. El éxito de la ejecución depende de tres conexiones: la visual, verbal y referencial.

Mayer y Sims op.cit., (1994) intentaron encontrar cómo ayudar a los estudiantes a utilizar informaciones verbales y visuales para comprender las científicas.

Por **“ayudar”** se comprende el proveer un método instruccional en el que se tenga explicaciones verbales y visuales en una cerrada proximidad. La variable independiente es una animación y una narración sobre cómo los sistemas de trabajo son presentados corriente y sucesivamente.

Por **“entender”** se entiende la habilidad de transferir el material a diferentes situaciones; tales como generar nuevas soluciones a problemas que están basados en las presentes explicaciones del sistema.

Lo primero que midieron fue el número de soluciones aceptables que los estudiantes generan, las predicciones que pueden ser el resultado de modificar el sistema, sugerencias de cambios en el sistema para completar metas específicas e hipotetizar porque ciertos eventos ocurren en el sistema.

Por **“explicación”** se infiere la descripción que hacen los alumnos de un sistema causal que tiene partes que interactúan en un camino coherente, tal como la descripción del trabajo, una bomba o un sistema respiratorio humano.

Estas explicaciones son diferentes a algunas descripciones que hacen los alumnos carentes de organización y de una estructura coherente, ya que las explicaciones solamente son cadenas de causa-efecto, en la cual el cambio en una de las partes causa modificación en la otra. En este estudio los materiales instruccionales involucran explicaciones causa y efecto de varios sistemas de trabajo.

Las representaciones verbales en el caso de la física o de cualquier contenido científico, deben plantear interrogaciones que inviten a los alumnos a proponer sus ideas previas sobre el contenido.

La máquina debe ser capaz de corregir sus respuestas erróneas a través de una nueva explicación verbal y visual, las alternativas no programadas en la máquina pueden ser propuestas por el maestro promoviendo la práctica guiada.

También, la representación verbal debe estimular al estudiante para empezar un debate sobre las alternativas teóricas planteadas por él y los demás estudiantes para explicar el fenómeno.

Retomando el modelo de Mayer y Sims, la explicación verbal y visual se sitúa análoga a la etapa de estímulos receptores, que activan la memoria sensorial en la memoria de trabajo y que implica el aprendizaje memorístico, según lo estipulado en el modelo propuesto por Pozo<sup>10</sup> que requiere como condición para la adquisición de los conocimientos en este nivel, una gran cantidad de atención concentrada y motivación tanto intrínseca como extrínseca.

La figura No. 8 intenta describir gráficamente la ubicación del software educativo en el proceso de asimilación del conocimiento utilizando los modelos antes descritos, como puede verse el software ya diseñado es el producto que debe funcionar al principio del proceso de adquisición del conocimiento, por lo que su función en este es el de activar los procesos de motivación y atención, estimulando los procesos de sensorpercepción y activando la memoria de trabajo, de esta manera se empieza a construir el pensamiento.

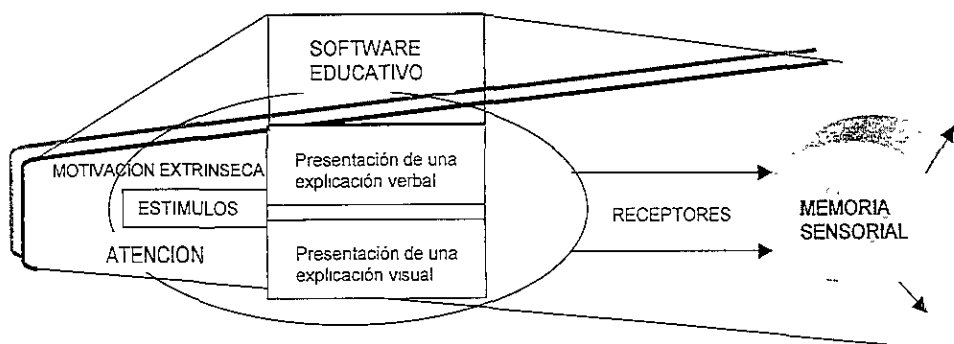


Figura 8.- Representación de la primera parte del proceso de adquisición del conocimiento y del impacto de la computadora en el proceso. Gráfico adaptado de los modelos de Mayer y Sims y del modelo de Pozo.

La importancia de identificar los procesos memorísticos con los procesos para diseñar un programa instruccional en la computadora radica en que las presentaciones verbales y visuales deben estar estructuradas de tal manera que incrementen los estados de atención y motivación sobre el uso del programa educativo mismo, además de que este programa debe ser diseñado para dar satisfacción a la curiosidad, espíritu indagatorio y necesidad de seguir investigando sobre el conocimiento solo o con compañía.

La investigación sobre los softwares educativos elaborados y probados indican que hasta los más simples o primitivos han proporcionado buenos resultados, porque la computadora, a diferencia de otros materiales, no sólo demanda del alumno tomar decisiones sino que requiere de él decisiones de alto nivel.

La primera parte del proceso de aprendizaje por computadora sólo nos ha indicado el inicio del acercamiento entre la máquina y el usuario y ha intentado explicar lo que sucede en la mente de los alumnos; sin embargo, de este momento sólo se obtiene como resultado la impresión superficial y más primitiva de la representación mental sobre el conocimiento que los alumnos obtienen.

Como lo indica Gagné, mucha de la información o de detalles que debieron ser abstraídos por el cognoscente se pierden en la curva del olvido y ni siquiera pueden pasar a la memoria de trabajo (MCP), por lo que la huella nemotécnica que se logra obtener es sumamente precaria.

Uno de los problemas más graves de los estudiantes de estos tiempos es que para la gran cantidad de conocimientos que deben obtener, porque así lo indica sus programas de estudio, las estrategias de aprendizaje son tradicionales y poco funcionales, haciendo que los productos sean infuncionales y desarticulados, aún hasta para pasar solamente el examen, por lo que los esfuerzos de maestros y alumnos por tener éxito en la empresa de adquirir conocimientos es nula.

**Para poder obtener pensamientos de alto nivel y aprendizajes significativos se requiere completar el proceso de adquisición de conocimientos y esto sólo se logra poniendo en acción los procesos de control (regulación, metacognición, etc...) con acciones de recuperación como son el análisis de la información arbitraria, identificar las relaciones de significado e intercambiando explicaciones del contenido a estudiar, este proceso promueve el aprendizaje significativo y logra establecerse en la memoria a largo plazo (MLP).**



Retomando nuevamente los modelos de Mayer y Sims y Pozo, veamos en el siguiente gráfico cual sería el proceso:

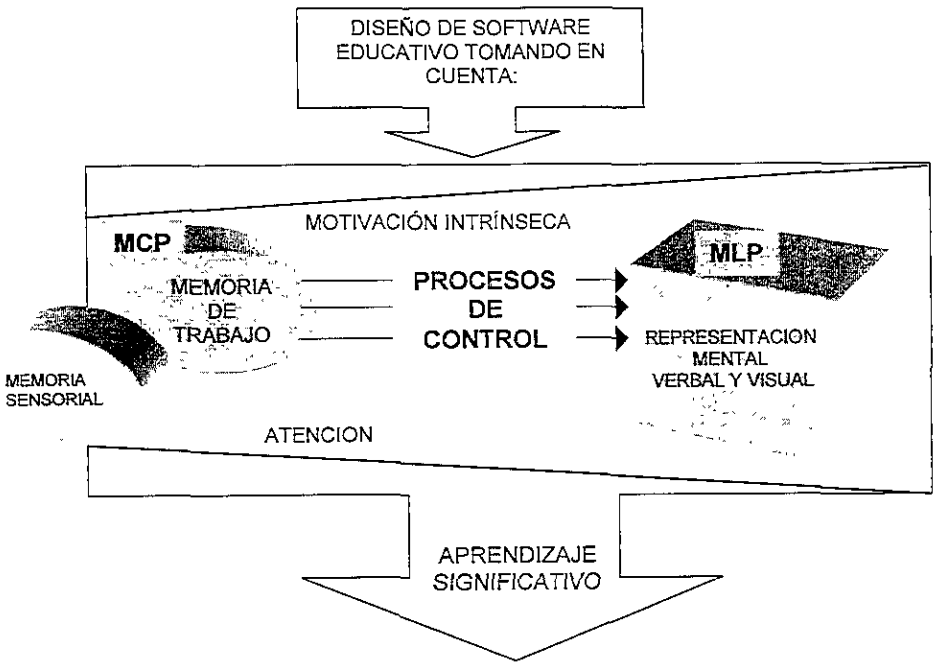


Figura 9.- Gráfico para identificar los procesos importantes para el diseño del software educativo y para identificar las variables importantes para diseñar la interface.

Paradójicamente, el último proceso de elaboración y reconstrucción del pensamiento en la memoria es el primero que el diseñador de software educativo debe tomar en cuenta y por donde debe empezar su trabajo. En esta parte del procesamiento de la información es en donde se pueden encontrar las variables necesarias a controlar para que en la interface se promueva la interacción necesaria con el usuario y para que el contenido pueda recuperar información, anclarla con la nueva información y transferirla a la memoria a largo plazo.

La tesis manifiesta que dependiendo de la mezcla de la naturaleza de los contenidos -si son más declarativos que procedurales- y de la relación que existe entre estos dos tipos de conocimientos -las bases teóricas que sustentan el dominio procedural-, en el diseño de la interface deben estar latentes los procesos de control que son necesarios que el usuario maneje para que la información deje de ser arbitraria, se establezcan relaciones de significado y se produzcan explicaciones más claras de los fenómenos.

Las acciones propias para lograr el aprendizaje significativo son diversas, una de estas es el intercambio de ideas con los compañeros de clase y/o con el maestro, pero con la máquina también se establece un diálogo, a la manera de Isaacs, Op.Cit. y Jenlink y Carr, Op. Cit., cuyo nivel depende de lo que el diseñador del software haya concebido como la presentación verbal que estará estimulada por la presentación visual.

Uno de los aspectos más importantes y estudiados es el diálogo socrático y su efecto en los procesos de control. Howe, op.cit.,(1991) realizó un estudio validando el diálogo socrático como elemento que propicia que los alumnos contrasten sus preconcepciones y debatan sus posiciones.

En el estudio de Howe los materiales de enseñanza fueron especialmente diseñados para elicitación de explicaciones en una discusión; requerían que los alumnos hicieran predicciones independientes sobre eventos relevantes, compararan sus predicciones y llegaran a un acuerdo, probaran las predicciones acordadas usando las condiciones facilitadas y desarrollaran interpretaciones conjuntas de lo acontecido.

El razonamiento subyacente a este método es que únicamente los alumnos que difieren en sus preconcepciones pueden utilizar diálogo socrático y por ende llegar al cambio conceptual.

En estudios como el de Howe, podemos observar la relevancia de la función del lenguaje como mediador entre los procesos cognitivos y los estimuladores que los activan. Después, la investigadora analizó "el progreso" de los alumnos como una función de grupos similares o diferentes, aunque dos de los estudios "progreso" fueron correlacionados con índices de diálogo socrático. Los resultados fueron derivados de videograbaciones del trabajo de los alumnos con los materiales y los progresos en el cambio conceptual fueron medidos con un pre-test y un post-test.

En el diseño interface las instrucciones verbales juegan un importante factor para propiciar el diálogo socrático entre la comunidad de usuarios, pero también sirven de enlace entre la presentación visual y la representación que el cognoscente va elaborando en su mente, le dan sentido a las acciones que va a tomar para lograr los objetivos académicos, la computadora es motivante en sí misma porque tiene un lenguaje específico, claro y sin ambigüedades, que le proporcionan límites muy seguros en el camino que los usuarios deben tomar.

Las conclusiones anteriores han llevado el interés de los investigadores a estudiar otro componente del aprendizaje que ha resultado evidentemente fundamental, este es el factor emocional, especialmente la motivación, que se despierta en las acciones de interacción maestro-alumno y ahora, con la máquina.

Wishart, (1990) en un estudio sobre los factores cognitivos relacionados con los usuarios involucrados con las computadoras y sus efectos sobre el aprendizaje en un juego educativo; encontraron que la habilidad para realizarlos puede ir significativamente aumentando al proporcionar controles de aprendizaje sobre la acción y nuevos indicios para incrementar la complejidad del juego a través del color, de las gráficas o proveer desafíos en una tabla de altos puntajes, que permitan aumentar el involucramiento del usuario.

Wishart, (1990) apoyado en Chite (1959), Piaget (1952), Brunei y Maleen, (1966) sugirió que la teoría de motivación competitiva explica que cuando el individuo es desafiado por un objeto o una tarea, como en la conducta exploratoria de un niño hacia un objeto, quien centra su atención en un intento por manejarlo, el aprendizaje consiste en la curiosidad y el manejo de la competencia alcanzada. Es decir, la complejidad de un estímulo genera curiosidad perpetua en la gente o en los animales, lo cual implica un estado de posible éxito en las exploraciones y comprensión de los estímulos.

Para el investigador existe también un tercer componente cognitivo, este es que el hombre está motivado, intrínsecamente también, por producir cambios en su medio ambiente o sea controlarlo. Considera, al igual que este trabajo, al **control** como una característica de involucramiento y estima que la interactividad con la computadora proporciona este sentido de control. La motivación intrínseca es un factor fundamental para la reestructuración del aprendizaje, por lo que según estos estudios, podemos inferir que un programa instruccional por computadora puede tener mejores resultados al incluir simulaciones ilustradas y juegos con desafíos variados donde el énfasis está en la exploración controlada de un tópico.

Esta acción debe ser supervisada por el maestro para asegurarse que el alumno está usando el programa con efectividad. (Snelbecker 1982; Anderson, 1973 y Ozcelik 1974 citados en Wishart, 1990). Vitale, op.cit., (1994) aclara que la informática en la escuela se ha reducido a darle importancia a los aspectos técnicos de la relación usuario-computadora, se les ha enseñado algunos lenguajes de programación, algunos programas de utilidad general y aplicaciones educativas; pero se ignoran las condiciones propicias para el debate y la formación sobre los aspectos psicocognitivos y psicopedagógicos de la relación.

La planeación de cualquier estudio sobre los efectos de un diseño instruccional debe centrar un gran esfuerzo en identificar la estructura, las formas de evaluación de las acciones efectuadas en el diseño instruccional (Rosenshine, Op. Cit., 1995) y en analizar los factores que contextualicen los diseños que se van a aplicar.

### **3.5 Diseños instruccionales utilizando la computadora como herramienta cognitiva para promover el cambio conceptual: características, planeación y estructuración.**

Un aspecto que es necesario acotar, antes de desarrollar el tema, es que este tipo de diseños debe llevarse a cabo interdisciplinariamente, con participación del equipo de investigadores en psicología, pedagogía y los maestros o expertos del contenido que se está enseñando; porque el desarrollo de cada una de sus partes implica una variedad de complejidades alrededor de una serie de conocimientos que sería imposible que una sola persona pudiera resolver.

En esta sección se verá como el diseñador de software se enfrenta a la tarea de relacionar acciones que refuercen y mejoren los procesos de control para que las ideas previas de los alumnos sean interceptadas por las ideas que la computadora le proponga a través de las presentaciones verbales y visuales. De esta manera requiere que sus ideas sean interpretadas por el diseñador, programador y otros especialistas para que el producto se concrete en una mezcla multimedia que impacte la mente del alumno.

En la etapa de la planeación se tiene que tener en cuenta, en primera instancia, cómo el estudiante va a empezar la interacción con la máquina. Freeman op.cit., (1990)<sup>11</sup> plantea que cuando el alumno interactúa con la computadora utiliza tres métodos: navegación, interrogación y presentación. Estos métodos se mueven gradualmente en el proceso de interacción, partiendo de un nivel bajo hasta lograr un nivel alto obtenido en forma gradual, siempre y cuando el usuario se comprometa con el sistema y cree un modelo mental sobre lo que está pasando.


La baja interacción dirige fácil y directamente el deseo de los alumnos el cual es mostrado y entendido.

La alta interacción necesita un profundo entendimiento en un buen número de acciones relacionadas. El recorrido a través de estos niveles implica también un incremento en la dificultad de interpretación. Por ejemplo, el alumno con un bajo nivel de interacción con la computadora sólo puede navegar en la pantalla explorando dentro de los menús principales, subutilizando las posibilidades de la máquina y por lo tanto puede preguntar y obtener información mínima y una presentación pobre; es el caso del alumno que apenas conoce un procesador de textos, por lo cual su trabajo se limitará a capturar la información e imprimirla pero difícilmente podrá realizar una edición y formato o utilizar herramientas para el tratamiento de datos. ( ver Fig. 10)

---

<sup>11</sup> Diana Freeman realizó un estudio denominado sistema Domesday Advanced Interactive Videodisc en el que se utilizó el CD-ROM como apoyo didáctico.

	BAJO	MEDIO	ALTO
NAVEGACIÓN	*EXPLORACIÓN DEL MAPA	*EXPLORACION SUSTITUIDA	*MEDICION
INTERROGACION	* MENUS PRINCIPALES * CONTENIDOS	*SUBMENUS *GALERIA * HALLAZGOS	
PRESENTACION	* TEXTOS * IMAGENES * VIDEOMAPAS	* DATOS GRAFICOS	*DIGITACION DE MAPAS.


**INCREMENTO EN LA DIFICULTAD DE INTERPRETACION**

*Figura 10 Sistema Domesday: niveles de interactividad.*

### La navegación:

Es un movimiento esencial alrededor de la pantalla, buscando y escogiendo sobre ésta una lista de lo que se debe hacer después. En este primer momento el usuario obtiene control sobre el aparato; interacción con las imágenes que es muy reconfortante para los alumnos; la demanda de accionar sobre un contexto que no entienden y que no reacciona como ellos esperan, y por último, una gran escala de medición sobre el uso de sus propias habilidades y juicios para calcular áreas de diferentes tipos y contrastar los resultados obtenidos.

### En la interrogación:

Se efectúa la interacción con el sistema investigando para informarse sobre él y para resolver los problemas que se van presentando y que tiene que resolver a partir de las órdenes de la computadora.

### La presentación:

Se refiere a las diversas formas que puede adoptar la información: texto, esquemas, gráficas, etc., y que podrá utilizar para procesar y presentar su información.

La interacción con la máquina puede causar **obstrucciones cognitivas** al alumno, mismas que debe superar en principio para llevar a cabo su tarea y que deben tomarse en cuenta prevenidamente para la planeación de un programa pedagógico,

éstas son: la dificultad de ser usuarios activos, es decir, que tengan experiencia en el manejo de la computadora, la dificultad de ser hábiles interlocutores del lenguaje formal de la computadora y la dificultad de que el material presentado en la misma sea lo suficientemente retador para mantener la motivación en el alumno.

Cualquier software educativo está inmerso en un diseño instruccional programado bajo ciertos parámetros que indican la forma en que el contenido será presentado y su interacción con el alumno. Por lo tanto, el diseño es producto de un detallado esfuerzo de programación conjunta entre el maestro-experto del contenido y el experto en informática para determinar el nivel de interactividad de sus alumnos y el nivel cognoscitivo del contenido que se va a enseñar, con estos elementos se procederá a diseñar el programa.

La planeación y estructuración del programa debe contemplar desarrollar cuatro áreas:

- a) Dominio del conocimiento,
- b) Conocimiento heurístico,
- c) Estrategias metacognitivas y,
- d) Estrategias de aprendizaje.

Adicionalmente es importante:

- Desarrollar conocimientos y habilidades en la vida real y útiles al contexto;
- Enseñar en múltiples contextos y generalizar ideas a través de estos;
- Modelar procesos y explicar razones del por qué de las cosas; hacer la información más explícita;
- Ayudar a los aprendices a desarrollar el conocimiento sobre cuándo y dónde aplicar la información;
- Monitorear el progreso de los estudiantes en orden, proveyéndoles sugerencias y apoyos para “entrenarlos” en reflexionar sus propias y otras ejecuciones, identificar y refutar sus concepciones erróneas;
- Incluir acciones articuladas de los estudiantes, decisiones y estrategias para hacer el conocimiento más explícito;
- Incluir la reflexión y análisis de la ejecución de los estudiantes;
- Alientar a los estudiantes para explorar varias estrategias e hipótesis y experimentar sus efectos, con una secuencia de instrucción que vaya de lo simple a lo complejo, usando una variedad de ejemplos y prácticas de contenido, presentando todo el cuadro (habilidades globales) antes que las partes (habilidades locales).

Otro aspecto importante de tomar en cuenta, cuando se inicia la planeación, es que la computadora realiza sus operaciones bajo pasos específicos, algoritmos predecibles que pueden ser seguidos. Un estudiante incapaz puede tener un mismo resultado cada vez que ejecute variadas operaciones; y de esta manera aprende que existen diferentes caminos para lograr una misma solución.

La arquitectura funcional de la computadora está pensada para enseñar cada paso del algoritmo a los estudiantes, comparativamente, las investigaciones sobre enseñanza nos ayudan a aprender cómo enseñar a los estudiantes algoritmos que puedan usar para completar adecuadamente sus tareas (Rosenshine, Op. Cit., 1995).

Para la elaboración de un diseño instruccional se debe tener en cuenta que cuando se realiza una actividad de aprendizaje en la computadora se globaliza y fragmenta el contenido constantemente, por lo que se requiere:

- a) **Identificar explícitamente las estructuras lógico-matemáticas subyacentes y el origen científico del problema o concepto a tratar (cuál es el contenido; a qué red conceptual pertenece; cuáles son sus procedimientos; qué figuras se requieren para representarlas en pantalla, etc.)**
- b) **Algoritmizar el conocimiento para programarlo en un software que permita la interactividad.**
- c) **Tomar en cuenta para las instrucciones de programación la acción del profesorado.**

En el diseño instruccional que se desarrolló para esta tesis se utilizaron la herramienta de los Mapas Conceptuales, cuyo procedimiento se describe posteriormente, para sistematizar los tres puntos antes mencionados. (Ver anexo 1)

El esfuerzo de los alumnos por el manejo de estos niveles requiere, sin embargo, la acción directiva de los maestros para promover la reflexión sobre la diversidad de efectos producidos en el fenómeno, sobre los diferentes caminos para llegar a una misma solución y para contrastar las transformaciones ocurridas a sus preconcepciones después de la intervención. La acción del maestro, concretamente, empieza en la estructuración de los pasos que seguirá el alumno para llegar al conocimiento, continua con la fundamental ayuda para que el alumno realice su práctica-guiada (Rosenshine, op.cit., 1995) y su práctica extensa: proveerles estrategias cognitivas para las tareas de alto nivel proporcionándoles impulsos procedurales y el modelamiento de éstos.

Basado en estos fundamentos el programador de un diseño instruccional deben realizar un guión<sup>12</sup>, en donde aparezca la explicación verbal del contenido y una imagen que permita al alumno construir conexiones referenciales entre las representa-

---

<sup>12</sup> Para mayor información sobre la construcción de un guión ver el capítulo de metodología

ciones verbales y visuales de las partes esenciales del concepto, acciones, relaciones y principios en el sistema.

En este momento es cuando surge la interrogante sobre la forma que debe tener cada una de estas partes, para que se tenga la seguridad de que cada una puede promover el cambio conceptual esperado. Braden (1996) apoya los esfuerzos por responder a estos cuestionamientos estableciendo que los diseños instruccionales sirven a cuatro propósitos: (ver figura 11)

- 1.- Mejorar el aprendizaje y la instrucción para darle sentido a la resolución de problemas y retroalimentar las características de la aproximación sistemática.
- 2.- Mejorar el manejo del diseño instruccional y desarrollarlo para monitorear y controlar las funciones de la aproximación sistemática.
- 3.- Mejorar los procesos de evaluación para darle sentido a los componentes diseñados y las secuencias de eventos, incluyendo la retroalimentación y revisión de los eventos inherentes en los modelos de diseños instruccionales sistemáticos.
- 4.- Probar o construir teorías de aprendizaje o instruccionales para darles sentido a la teoría básica del diseño subyacente al modelo del diseño instruccional sistemático.

Los modelos más nuevos agrupan pasos secuenciales y conducidos racional, simultánea e interactivamente. Por ejemplo una secuenciación que propone el autor y que hemos retomado para dirigir nuestro diseño instruccional es:

<p><b>Paso 1</b></p>  <p><b>DETERMINAR NECESIDADES CONCEPTUALES DE LOS ALUMNOS</b></p>	<p>Es importante saber exactamente las necesidades de los estudiantes sobre el contenido.</p> <p>Es necesario eliminar discrepancias entre los contenidos y determinar los niveles de avance, también se deben establecer prioridades para determinar que enseñar en un momento y que en otro.</p> <p>A consecuencia de lo anterior, se determinó que para nuestro diseño los maestros como expertos elaboraran el mapa cognitivo que indique las parcelas de conocimiento necesarias y la secuencia que estas debían llevar a cabo en el aprendizaje de los alumnos.</p>
--	---



<p><b>Paso 2</b></p> <p><b>DETERMINAR METAS.</b></p>	<p>Una vez especificadas las necesidades de aprendizaje de los alumnos, se determinan las metas, convirtiendo las primeras en un fuerte seguimiento procedural donde cada necesidad es parafraseada para indicar una ejecución.</p> <p>La ejecución especificada puede demostrar almacenamiento de las habilidades implicadas o de los componentes del conocimiento. La premisa básica del diseño instruccional lineal es que esta dirigida a alcanzar metas, el diseño instruccional ramificado nos indica que la intención de alcanzar las metas debe estar presente, pero éstas están determinadas en función de las necesidades cognitivas de los alumnos para asimilar los conocimientos y para extrapolar su comprensión hacia situaciones variadas y la resolución de problemas.</p> <p>Otro axioma que es necesario tener en cuenta es cuando los diseñadores encuentran una necesidad de aprendizaje que no puede ser traducida dentro de una sensata, observable y alcanzable ejecución de los estudiantes, es decir muchas veces cuidamos más "que" aprenden los alumnos y no que ellos "aprendan". En estos casos queremos que los estudiantes tengan una experiencia educativa, pero no necesariamente una instruccional.</p> <p>Para simplificar el diseño del proceso es recomendable que la meta este manifestada para identificar necesidades, o si las necesidades son agrupadas que gráficamente se relacionen cada una para que las metas sean creadas. El hecho es que el grupo de metas establecidas es la producción para la segunda etapa.</p>
<p><b>PASO 3</b></p> <p><b>EVALUACIÓN FORMATIVA PARA LAS NECESIDADES DE APRENDIZAJE Y LAS METAS INSTRUCCIONALES.</b></p>	<p>Las metas establecidas son la provisión (input) para el primero de muchos procesos de evaluaciones formativas. Cada lugar en que ocurre una pequeña elipse de "FE" en el modelo, el símbolo puede ser interpretado como el promedio de la producción del paso fijado, que puede ser evaluado formativamente sobre la congruencia y calidad del proyecto.</p> <p>Adicional al acercamiento de evaluación, esta implica revisión y corrección de los errores antes de diseñar el grupo de procesos para el siguiente paso.</p>

**PASO 4 Y 5.**

**ANALISIS DE LAS METAS INSTRUCCIONALES Y DEL ANALISIS ESTUDIANTIL.**

Estos dos pasos deben ser ejecutados simultáneamente, no pueden ser lineales. Las metas deben ser cuestionadas para que se revelen los componentes del conocimiento y requiere habilidades para dominar, "hacer" o "desempeñar" la meta.

Para facilitar el análisis nos debemos referir a estos componentes, de cualquier naturaleza, simplemente como habilidades y subhabilidades. Los procesos que nos permiten ordenar estas habilidades y subhabilidades en formas visuales de la estructura del conocimiento, muestran la relación de componentes de cada orden y en general clarifican cuáles habilidades son prerequisites para el aprendizaje de otras.

Para identificar las jerarquías y prerequisites se usan los resultados del análisis de los estudiantes, mismos que reportan cuales habilidades subordinadas han sido realmente dominadas por el típico estudiante y por lo tanto no necesitan ser diseñada dentro de la instrucción.

Usualmente se identifican primero las subhabilidades y luego se encuentra al estudiante que las aprendió para comprobar si efectivamente estas son las requeridas por la competencia y que deben dominar. Se debe realizar un perfil del estudiante que puede ser un análisis de los conceptos por medio de una declaración por escrito, sobre lo que ellos mismos esperan respecto al conocimiento y lo que son capaces de hacer. La información sobre competencias se genera para uso interno sobre determinado nivel de acceso a la instrucción.

Un gran número de los estudiantes del perfil pueden incluir datos demográficos útiles para relacionar los proyectos específicos que generalicen los hallazgos de la investigación y pueden, también, incluir datos psicométricos y sociales para diseñar el aspecto motivacional.

**PASO 6**

**EVALUACION FORMATIVA DEL ANALISIS DE LAS METAS Y DEL ANALISIS DE LOS ESTUDIANTES.**

El siguiente paso es la evaluación formativa y trata de verificar la congruencia y calidad del diseño. Esto le permite al diseñador plantear cuestiones que desafíen la continuidad lógica para identificar habilidades con las necesidades y metas.

La siguiente etapa del proceso es estructurar el software y probar experimentalmente la planeación realizada. Enseguida se aborda estas cuestiones con mayor detalle.

### **3.5.1 Descripción del diseño instruccional y el procedimiento empleado para su aplicación.**

En este apartado de la tesis se exponen no sólo los pasos utilizados para realizar el diseño instruccional en la computadora, sino que se intenta que el lector tenga a la mano una propuesta de un sistema para realizar diseños instruccionales de manera práctica, pero controlada y válida para enseñar cualquier contenido que refleje los apoyos al desarrollo cognitivo de los alumnos.

El primer paso para la estructuración del diseño fue elaborar la algoritmización del contenido para producir las imágenes y la secuencia programática, a partir de los mapas conceptuales elaborados por los expertos de los cuáles se respetó la secuencia didáctica sugerida por los mismos. La mezcla multimedia que debe aparecer se documenta en un guión (ver figura 11) para que los diseñadores y el programador comprendan el producto que se espera de su trabajo.

Posteriormente se producen las imágenes, sean fijas o animadas, las cuáles deben ser probadas por sus características de forma, color, sonido, movimiento y tiempos de mismo, para que se ajusten a las necesidades perceptuales de los usuarios y les sean agradables, y/o para destacar aquellas características que el diseñador considere necesarias para que el estudiante acumule su atención en ese punto.

También deben revisarse los textos y la interface antes de ser programada para prever que estos promuevan realmente la actividad cognitiva de los alumnos y que las acciones tengan coherencia para la actividad individual, tanto como para la colectiva.

Una vez que los expertos están consensualmente de acuerdo, se procede a la programación. Es importante que antes de proseguir a esta última etapa, el diseñador esté seguro de que no habrá cambios en el diseño, porque aunque ya existen lenguajes de programación que permiten hacer cambios en la interface, es impráctico, costoso y laborioso realizarlos.

El programador elige que lenguaje de programación es el que más conviene para ordenar la producción realizada para el diseño, existen en el mercado algunos muy eficientes para programar multimedia como pueden ser el Toolbook, Authorware, Access y el Visual Basic versión cuatro, que fue el que se utilizó para programar la interface de este diseño. Otros datos que son necesarios obtener antes de programar son: el tipo de máquinas en las que va a ser expuesto el software y que requieren de cierta cantidad

de memoria para la mezcla multimedia que se producirá, de otro manera se corre el riesgo de que el programa no corra o se tenga dificultades para ser aplicado; el tipo de pantalla; los píxeles que maneja y colores que puede mezclar. El tiempo de programación depende de la experiencia y habilidad del experto y si las secuencias de la interface son más o menos sencillas. Para producir cada uno de los aspectos de la interface y sus componentes se requieren ciertas condiciones que en los siguientes párrafos se enumeran.

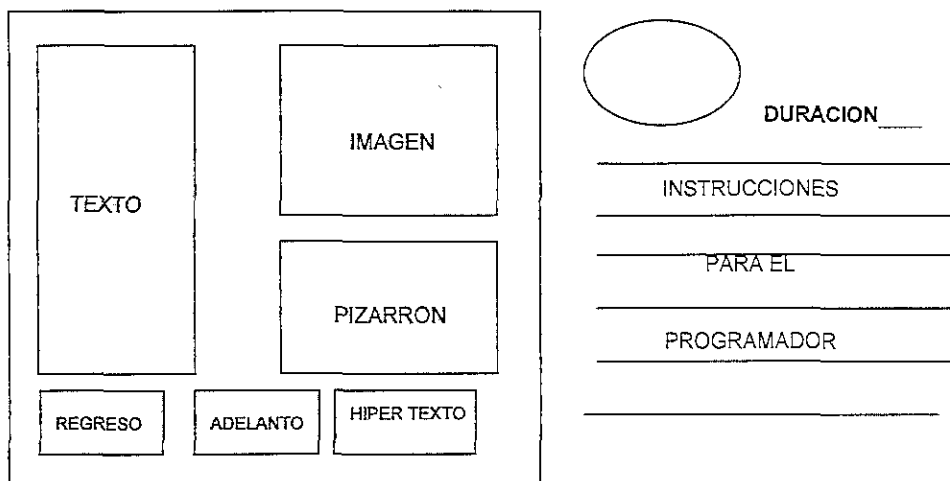
### **3.5.2 Algoritmización y desarrollo del conocimiento; la interface y el diseño de las formas de evaluación.**

Para empezar el trabajo, como ya se ha mencionado a lo largo de este documento, se requirió la intervención de la maestra del grupo con formación constructivista y de una experta externa para validar el análisis de los conceptos químicos que se iban a enseñar, mismas que opinaron sobre el guión elaborado por la psicóloga.

También intervinieron dos diseñadores gráficos quienes realizaron las animaciones, apoyados en el análisis del contenido y de la secuencia de la interface. Se decidió realizar un mapa conceptual y una red que esquematizara los conceptos y las relaciones entre ellos, se puntualizaron los conceptos definidores para que sirvieran de soporte a la estructura de la interface. Los mapas se dividieron en parcelas de conocimiento que implicarían los grupos de conocimientos y la secuencia en que aparecerían en las pantallas. (Ver anexo 1).

El conjunto de mapas se dividió en tres partes; la primera consta de los mapas que pueden considerarse como antecedentes y que servirían para ubicar a los alumnos en el contexto general de los temas centrales (mezclas, compuestos y elementos); la segunda parte son los mapas relacionados con las mezclas y los compuestos, así como los procedimientos para su separación y su relación con el agua y por último se estructuraron los relacionados con los elementos, sus características y su correspondencia funcional con los compuestos y las mezclas.

A partir de los mapas se realizó un guión (ver figura 11 ), especificando la mezcla multimedia que se utilizaría, el texto y la disposición de las divisiones que aparecerían en la pantalla para que el programador estableciera la interface. La programación se realizó en el Visual Basic 4 por lo que los textos se escribieron en el procesador de textos Write, las imágenes fueron fotografías scaneadas y archivadas en Corel Draw 5, así como dibujos y animaciones elaboradas el programa Animator. Debido a las condiciones de infraestructura de las máquinas disponibles en la escuela, sólo pudo escogerse como componentes de la mezcla multimedia los aspectos visuales ya que el sonido era insoportable para la memoria y estructura de las máquinas Pc., con que cuenta la escuela.



*Figura 11. – Esquema del guión donde se puntualizó la secuencia de la interface para realizar la programación.*

Cada esquema fue clasificado y enumerado para obedecer a la secuencia establecida. Se decidió que debería tener un espacio-pizarrón para que los alumnos pudieran anotar las conclusiones de su diálogo y las respuestas a las preguntas que se les presentaban en el espacio del texto.

En el espacio de texto aparece la explicación de las imágenes que los alumnos pueden visualizar en el área correspondiente y los enunciados que incitarían el diálogo socrático esperado, así como el trabajo colectivo que deberían realizar.

El programador colocó los botones para poder regresar y continuar, así como uno más que permitiría tener acceso a un acervo de hiperexto para que los alumnos pudieran profundizar en el conocimiento que estaban estudiando en la pantalla. En los siguientes párrafos se describen con detalle la producción de la mezcla multimedia y la interface que expone la secuencia didáctica que los alumnos observaron en las pantallas.

de memoria para la mezcla multimedia que se producirá, de otro manera se corre el riesgo de que el programa no corra o se tenga dificultades para ser aplicado; el tipo de pantalla; los pixeles que maneja y colores que puede mezclar. El tiempo de programación depende de la experiencia y habilidad del experto y si las secuencias de la interface son más o menos sencillas. Para producir cada uno de los aspectos de la interface y sus componentes se requieren ciertas condiciones que en los siguientes párrafos se enumeran.

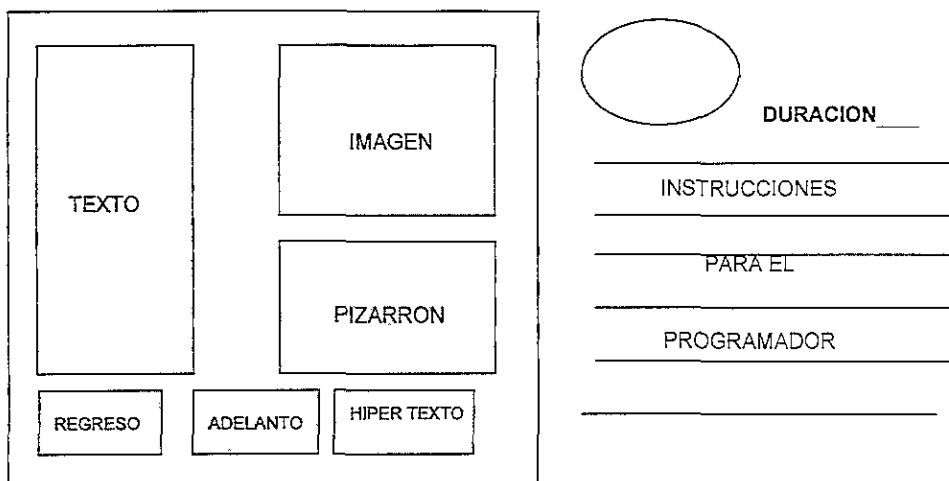
### **3.5.2 Algoritmización y desarrollo del conocimiento; la interface y el diseño de las formas de evaluación.**

Para empezar el trabajo, como ya se ha mencionado a lo largo de este documento, se requirió la intervención de la maestra del grupo con formación constructivista y de una experta externa para validar el análisis de los conceptos químicos que se iban a enseñar, mismas que opinaron sobre el guión elaborado por la psicóloga.

También intervinieron dos diseñadores gráficos quienes realizaron las animaciones, apoyados en el análisis del contenido y de la secuencia de la interface. Se decidió realizar un mapa conceptual y una red que esquematizara los conceptos y las relaciones entre ellos, se puntualizaron los conceptos definidores para que sirvieran de soporte a la estructura de la interface. Los mapas se dividieron en parcelas de conocimiento que implicarían los grupos de conocimientos y la secuencia en que aparecerían en las pantallas. (Ver anexo 1).

El conjunto de mapas se dividió en tres partes; la primera consta de los mapas que pueden considerarse como antecedentes y que servirían para ubicar a los alumnos en el contexto general de los temas centrales (mezclas, compuestos y elementos); la segunda parte son los mapas relacionados con las mezclas y los compuestos, así como los procedimientos para su separación y su relación con el agua y por último se estructuraron los relacionados con los elementos, sus características y su correspondencia funcional con los compuestos y las mezclas.

A partir de los mapas se realizó un guión (ver figura 11), especificando la mezcla multimedia que se utilizaría, el texto y la disposición de las divisiones que aparecerían en la pantalla para que el programador estableciera la interface. La programación se realizó en el Visual Basic 4 por lo que los textos se escribieron en el procesador de textos Write, las imágenes fueron fotografías scaneadas y archivadas en Corel Draw 5, así como dibujos y animaciones elaboradas el programa Animator. Debido a las condiciones de infraestructura de las máquinas disponibles en la escuela, sólo pudo escogerse como componentes de la mezcla multimedia los aspectos visuales ya que el sonido era insoportable para la memoria y estructura de las máquinas Pc., con que cuenta la escuela.



**Figura 11.** – *Esquema del guión donde se puntualizó la secuencia de la interface para realizar la programación.*

Cada esquema fue clasificado y enumerado para obedecer a la secuencia establecida. Se decidió que debería tener un espacio-pizarrón para que los alumnos pudieran anotar las conclusiones de su diálogo y las respuestas a las preguntas que se les presentaban en el espacio del texto.

En el espacio de texto aparece la explicación de las imágenes que los alumnos pueden visualizar en el área correspondiente y los enunciados que incitarían el diálogo socrático esperado, así como el trabajo colectivo que deberían realizar.

El programador colocó los botones para poder regresar y continuar, así como uno más que permitiría tener acceso a un acervo de hiperexto para que los alumnos pudieran profundizar en el conocimiento que estaban estudiando en la pantalla. En los siguientes párrafos se describen con detalle la producción de la mezcla multimedia y la interface que expone la secuencia didáctica que los alumnos observaron en las pantallas.

### 3.5.3 Presentación y desarrollo del contenido

La producción multimedia que aparece en las pantallas de la computadora y que promoverá la actividad cognitiva de los alumnos, debe analizarse desde los siguientes puntos:

a) **Presentación.**- En donde se despliega un conjunto de pantallas ilustrando la importancia de la materia, los objetivos educativos y la introducción al tema.

b) **Desarrollo del contenido.**- Donde se muestra la organización del contenido.

En el diseño elaborado el desarrollo del contenido se presentó de la siguiente manera:

1. Observaron en una primera pantalla una explicación de los fenómenos de la naturaleza, invitándolos a diferenciar los cambios físicos y químicos de éstos y su estructura externa e interna. Se les pidió que escribieran sus conclusiones acerca de los fenómenos que observaron y enlistaran sus semejanzas y diferencias.
2. Algunos ejemplos tienen bancos de información a los cuales, el alumno, podrá tener acceso con sólo tocarlos con el cursor. Cada banco cuenta con la explicación de las características estructurales y funcionales del fenómeno y aportará ejemplos semejantes, subrayando en la imagen sus semejanzas y diferencias. Se les pide a los alumnos escriban sus conclusiones y algunas hipótesis que se les ocurran acerca de diferentes reacciones en el fenómeno motivándolos a que intenten investigar si son falsas o verdaderas.
3. Cada banco de información tiene una parte donde los alumnos podrán hacer una pequeña autoevaluación, realizando mapas conceptuales para medir los avances en la adquisición del conocimiento y determinar sus lagunas. Además de preguntas que dirijen su interés y promueven el planteamiento hipotético en sus respuestas.
4. Adicionalmente, los bancos cuentan con contraejemplos que se muestran en forma gráfica en las pantallas para que puedan realizar comparaciones constantes.

Una vez que se llegó al acuerdo de que la secuencia anteriormente mencionada era la que debería contener el software, se procedió a realizar la producción; se escribieron los textos elegidos en el procesador de textos Write ya que este era el que aceptaba la programación en V.B. y se produjeron las animaciones, fotografías y dibujos que a continuación se describen.



El agua no se encuentra sola en la naturaleza.

Siempre va acompañada de otras sustancias.

A veces aislamos algunas moléculas a propósito para volverlas a unir a otras sustancias que nos permitan obtener sustancias nuevas que nos son útiles.

El agua es un

**COMPUESTO**

muy estable pues no se descompone a temperaturas ordinarias ya que se necesitan más de 2200°C para que suceda.

**AGUA = H<sub>2</sub>O**

Escibe aquí tus respuestas:

Anterior Siguiente Concepto

Figura 12.- Diseño de las pantallas que aparecen en el diseño instruccional realizado.

El software está compuesto de 59 imágenes; 28 fotografías para ejemplificar los conceptos que se explican, 8 dibujos para explicar los procesos y o funciones de algunos conceptos y 23 animación que aclaran las formas de transformación de las mezclas y los compuestos, la simulación de los métodos de separación y los fenómenos que se producen en la agregación y desagregación de la materia, cuando entran en contacto con la presión temperatura y /o gravedad.

Cada fotografía está acompañada de un texto donde se pueden visualizar los conceptos relacionados y los definidores del tema y un conjunto de preguntas que implican ejercicios guiados para que el alumno los resuelva.

Algunos ejemplos de las pantallas desarrolladas son:

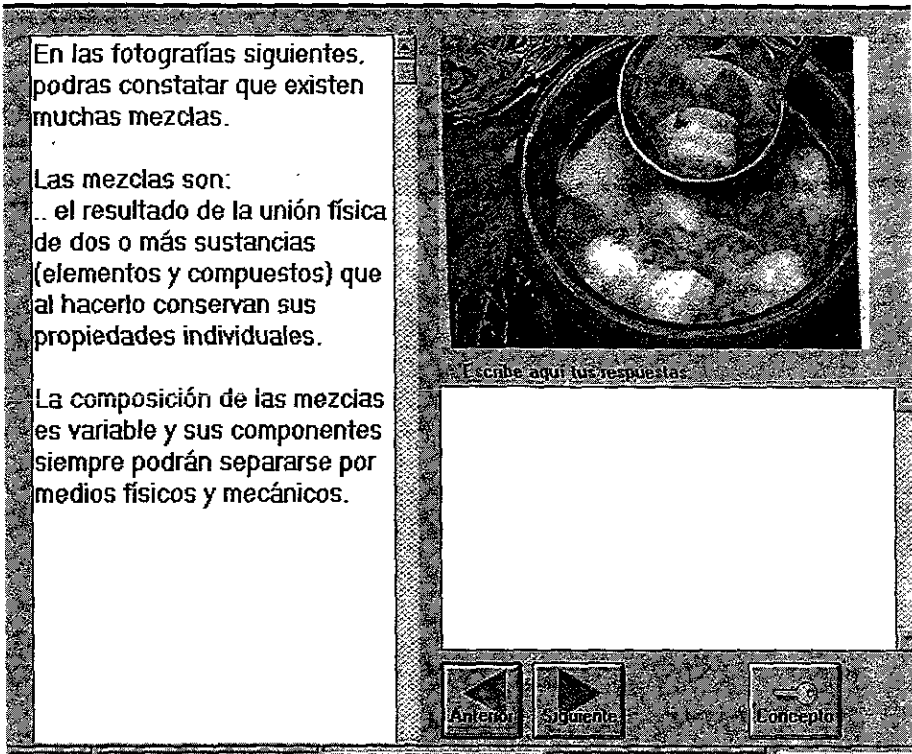


Figura.13.- Pantalla con fotografía

Las pantallas con fotografía están destinadas a ejemplificar aquellos fenómenos, situaciones o cosas que difícilmente pueden ser observadas, porque no se tienen los recursos o posibilidades de acercarse a ellos.

Las imágenes con dibujos se realizaron para señalar aspectos del fenómeno que a simple vista no pueden ser captados, como son la influencia de la presión o la gravedad y para realizar algunos ejercicios interactivos o esquemas que sintetizan la información planteada con anterioridad.

Algunos ejemplos de estas pantallas son los siguientes:

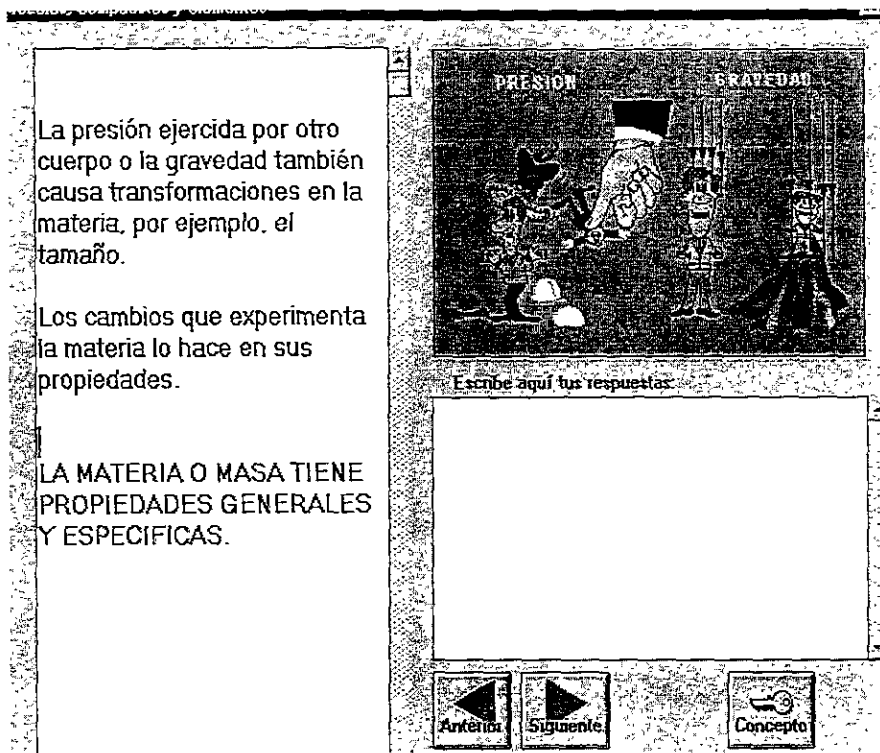


Figura 14.- Pantalla con animaciones.

Las animaciones se realizaron para simular procesos que los alumnos no pueden observar a simple vista pero que son producto del movimiento o transformación de los componentes de la materia por alguna causa x.

Este es el caso de la separación o la unión de los componentes de la materia y la combinación molecular producto de la misma, donde es necesario visualizar los movimientos de las mezclas o los compuestos o cuando se requiere ver el movimiento atómico de los elementos.

También se hicieron animaciones de los métodos de separación de compuestos y mezclas para puntualizar las transformaciones que va sufriendo la materia durante cada etapa del procesamiento al que se le está sometiendo.

Para ejemplificar la forma de las animaciones se presenta un tramo de la secuencia de pantallas que ilustran los movimientos de la composición de compuestos.

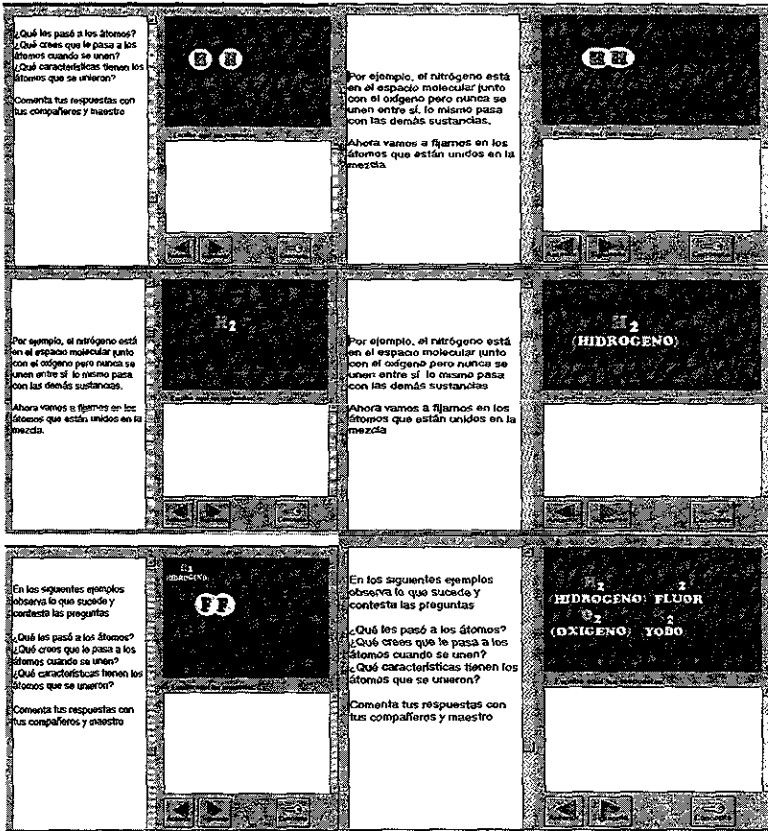


Figura 15.- Pantallas que representan la secuencia didáctica escogida para mostrar la unión de átomos con animaciones.

Cada pantalla representa un movimiento de las animaciones, como se trata de un ejemplo, el lector debe considerar que existen muchos más cuadros para completar todo el ciclo de composición de cada compuesto. Cada animación tiene que ser dibujada movimiento por movimiento para posteriormente programar la acción que debe realizar en la pantalla, por lo tanto para cada secuencia se hicieron más de 100 dibujos secuenciados y se determinó la duración y velocidad en que deberían ser presentados.

Del mismo modo se realizó el desarrollo de las animaciones para los métodos de separación de las mezclas y compuestos, pero en este caso se agregaron los artefactos utilizados comúnmente para tal fin, de manera que se crea la ilusión que el experimento se repite una y otra vez sin riesgo alguno. La siguiente secuencia de pantallas así lo expone.

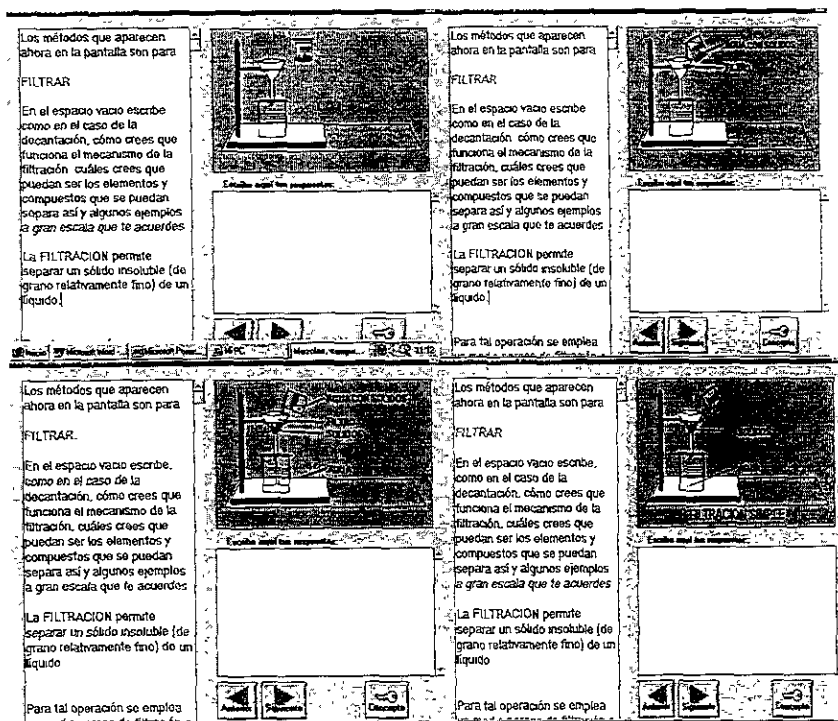
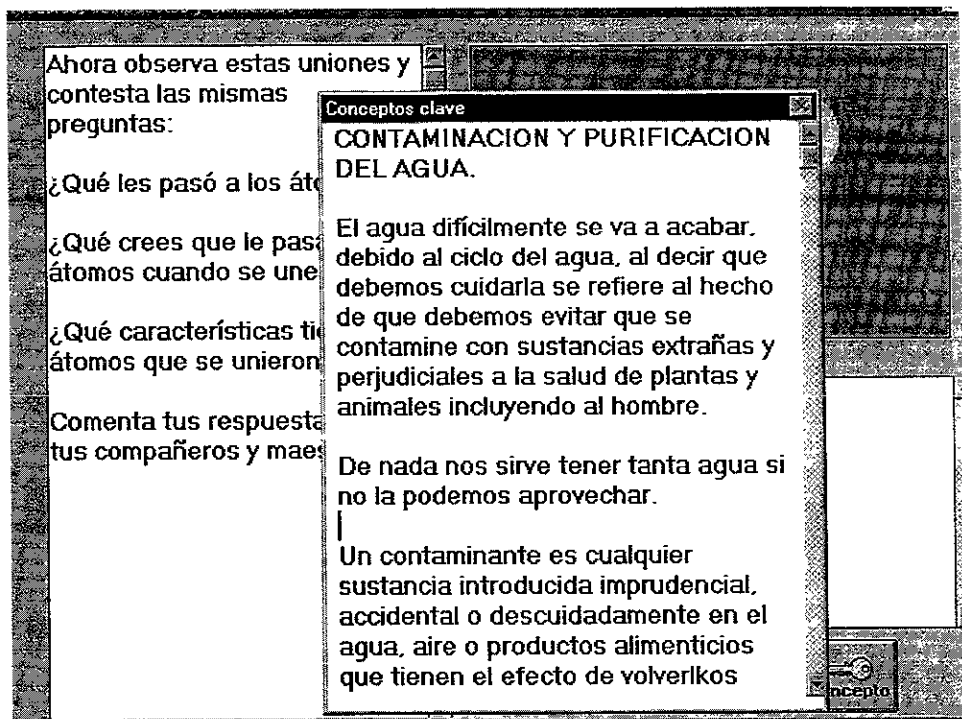


Figura 16.- pantallas que muestran la secuencia didáctica escogida para mostrar un método de separación a través de animaciones.

Cada segmento de texto está pensado para que no sobrepase los siete conceptos básicos -dos más menos-, que se pretendería almacenaran en la memoria junto con las relaciones que las caracterizan.

También se consideró colocar un botón de hipertexto que contiene más información sobre el tema a tratar en la pantalla que se estaba utilizando en ese momento, de manera que pudieran contestar las preguntas, en caso de que no fuera suficiente la información que tenían a la mano. Este aspecto del diseño se ilustra en la siguiente pantalla



*Figura 17 .- Pantalla que muestra el contenido del hipertexto. Para usarlo se requiere hacer un click en el botón de concepto.*

Antes de haber planeado la algoritmización y el desarrollo del contenido se diseñó la dinámica en la que se trabajaría con los maestros y alumnos, por lo que en las siguientes líneas se desarrolla el punto como la segunda etapa de este trabajo.

### **3.5.4 La dinámica de la aplicación**

La aplicación del software se diseñó de tal forma para que sin alterar la vida escolar cotidiana de los alumnos, se involucrara como una acción más de apoyo en la comprensión de los contenidos, por lo que se desarrolló con la siguiente secuencia:

- Se elaboró el programa de trabajo en conjunto con el maestro del grupo experimental.
- Se determinaron los grupos de trabajo con los alumnos, para que desarrollaran las instrucciones del software, a través de acciones cooperativas.
- Se aplicaron las pruebas de conocimiento, solicitando a los alumnos que realizaran su evaluación con redes semánticas para el diagnóstico (pretest).
- Antes de que los alumnos interactuaran con la computadora, los maestros les explicaron la estrategia de los mapas conceptuales y el temario, y posteriormente dieron inicio a sus actividades cotidianas.
- El acceso a las máquinas se debe hacer en la misma aula de clases, sin embargo las condiciones actuales en las escuelas no lo permite ya que existe una aula para la impartición de clases y el laboratorio de informática por separado; es por ello que grupo experimental trabajo en dos tiempos.
- Las clases en el laboratorio de informática se organizaron para que cada tres alumnos pudieran usar las máquinas. El maestro siguió a los alumnos en el desarrollo de la interacción, supervisó su trabajo incitándolos para que hicieran un esfuerzo reflexivo sobre las cuestiones que se presentaban y sobre los productos que deberían producir.
- Todos los textos escritos en el espacio pizarrón se imprimieron y entregaron a los alumnos para que en el salón de clases los comentaran y comprobaran con los experimentos que realizan.
- Simultáneamente se tuvieron observadores para controlar que el monitoreo del maestro se llevara a cabo y observar sus efectos.
- Cuando los alumnos terminaron de usar el software, se aplicaron las pruebas de conocimiento y se les pidió que realizaran las redes que sirvieron para el pretest.

En el siguiente inciso de este documento se describe con todo detalle las formas de evaluación y los resultados obtenidos a través de éstas.

### **3.6 La medición y la evaluación del proceso de aprendizaje.**

Draper, et.al. (1991) describen en su artículo los usos, opciones y conflictos que se tuvieron al aplicar el proyecto CCIS (conceptual change in science), en el que se investiga la aplicación de software con simulación para la enseñanza de la física en las escuelas, en esta investigación se destacan las condiciones para diseñar y evaluar un estudio experimental que intenta, por un lado, combinar las contribuciones de muchas áreas, tales como: la ciencia de la educación y los efectos de las preconcepciones en la enseñanza y aprendizaje de la ciencia; la interacción humana con la computadora (HCI); la experiencia de la enseñanza en el salón de clases y la investigación e intervenciones en el mismo.

El estudio antes descrito, que resulta muy importante para el que ocupa a esta tesis, por la similitud que tienen en sus objetivos experimentales, sugiere como una parte fundamental de las acciones identificar concretamente el fenómeno específico que se quiere observar y a partir de este seleccionar las condiciones experimentales que se requieran y los instrumentos que registren los datos. Por lo tanto, en esta tesis, se consideró empezar el entrenamiento de los grupos con un pretest, para así mostrar al final de la aplicación, mediante un postest, si hubo un efecto imputable a la intervención en términos de ganancias. Esta evaluación midió la organización conceptual de las preconcepciones de los alumnos y la cantidad de conocimientos que tenían antes de la instrucción y como consecuencia de la misma. En otro sentido, también fue necesario identificar las formas de evaluación del diseño y estructura de la instrucción en la computadora, así como su efecto como herramienta cognitiva y como apoyo al proceso de enseñanza. Estas condiciones se detallan a continuación.

#### **3.6.1 La evaluación de las preconcepciones antes y después de la instrucción.**

Es importante identificar las preconcepciones y su organización conceptual en la mente de los alumnos. Esta identificación se debe llevar a cabo en dos momentos, primero en el pretest, para controlar el impacto de la intervención y segundo en la propia intervención, donde es importante que los alumnos hagan conciencia de sus pensamientos para confrontarlos con las ideas de los expertos.

La medición en el pretest, en el caso de este trabajo, se realizó mediante un examen de conocimientos que permitió evaluar la cantidad de información que los alumnos han acumulado sobre el tema a estudiar. Sin embargo, este tipo de evaluaciones es insuficiente para observar la organización mental del alumno sobre los conceptos relacionados al tema central y al tipo de relaciones que establecen entre sí; lo cual es importante para identificar las diferencias cualitativas entre la organización conceptual y relacional del alumno como novato y del maestro como experto.



Un procedimiento que García y Cols. op.cit., (1995) han utilizado para diagnosticar la representación del conocimiento en los alumnos y determinar sus ideas previas, es el de redes semánticas naturales propuesta por Figueroa, et.al., (1982) -explicada en capítulos anteriores de esta tesis-, el cual ofrece una técnica con la que es posible explicar la organización de la información en la memoria a largo plazo de los alumnos. En este trabajo se utilizó el modelo de redes semánticas naturales, además de la prueba de conocimientos para saber si la intervención realmente reestructuró el aprendizaje a través de modificar la organización conceptual del alumno.

García y Jiménez (1996), mencionan que es a partir de los trabajos de Collins y Quillian (1969-1972), que se inicia una perspectiva de investigación en la que se ha encontrado evidencia de que la información con significado, contenida en la memoria, está organizada semánticamente en forma de redes de conocimiento, en las que las palabras y eventos forman relaciones que en conjunto producen el significado; esto se conoce actualmente como "redes semánticas". Se ha demostrado que dichos elementos de información son estructuras de conocimiento, en donde también están incluidas creencias, valores, actitudes, prejuicios y en suma toda la experiencia particular del individuo. (Figueroa, Solís y González, 1974).

El mecanismo básico en el que se cimienta el funcionamiento de las redes semánticas es el de asociación; sin embargo, la explicación asociativa no está basada en la clásica contigüidad temporo-espacial, sino en la experiencia asociativa del propietario de la red (Figueroa, Carrasco y Sarmiento, 1982a). A partir de la postulación de una serie de características de la memoria semántica es posible describir en gran medida la riqueza de las relaciones que se encuentran en la memoria humana (Brachman, 1977). Estas características también plantean la posibilidad de explicar las diferencias individuales en almacenamiento, organización, utilización y recuperación de la información (Figueroa, González y Solís, 1976).

Figueroa y Cols. (op.cit. 1982a) desarrollaron un procedimiento basado en un modelo proposicional, con el cual se puede conocer la organización y jerarquización semántica natural de las redes de conocimiento de los estudiantes cuando se les pide que generen definidoras para ciertos conceptos. Las redes producidas se denominan naturales por contraposición a las redes que se generan cuando las definidoras les son proporcionadas a los sujetos y éstos solamente determinan su importancia con relación a los conceptos estudiados; en este caso las redes generadas se denominan artificiales.

El procedimiento de Figueroa (op. cit., 1982a) contempla un análisis cuantitativo que permite analizar diferentes aspectos de las redes, entre los que se encuentran: el valor semántico de los conceptos (valor M), la densidad de la red de cada concepto en particular (valor G) y la distancia semántica (valor FMG) a la que se encuentran cada uno de los diferentes conceptos que componen la red.

Con estos parámetros es posible describir cuál es la red semántica de un concepto sobre la base de los datos generados por un grupo de sujetos y estudiar las diferencias de la red semántica de cada sujeto en comparación con la del grupo, las diferencias entre las redes de varios grupos de estudiantes, así como con la red de uno o varios expertos (consenso conceptual, valor Q).

El modelo de redes semánticas naturales ha sido empleado en México durante las últimas dos décadas en trabajos de investigación, relacionados básicamente con problemas de representación social y problemas educativos (véanse como ejemplo: Figueroa y cols., op.cit., 1976; Figueroa y cols., op.cit. 1982; Ferreira y Sanders, 1992; Reyes y Ferreira, 1989; Bravo, Sarmiento, García, y Acosta, 1985; Bravo, Alvarez y Arce, 1990).

Por ejemplo, en los dominios como la Biología o la Física se ha encontrado que una red está compuesta más por interacciones de conceptos que por relaciones entre ellos (Fisher, 1990), algunos de estos estudios han revelado que existen diferencias en la forma como se organiza el conocimiento, entre la red generada por un especialista en la materia y la realizada por novatos (véanse Figueroa, Carrasco, Sarmiento, Bravo y Acosta 1982b; Bravo, Romero y Vargas 1989).

Otro ejemplo es el análisis realizado por un grupo de expertos del Departamento de Enseñanza Experimental de las Ciencias, del Centro de Instrumentos de la UNAM, cuyos investigadores encontraron que los estudiantes de bachillerato tenían dificultades para comprender el concepto de presión en relación con el fenómeno de la flotación, por lo que, se plantearon como objetivo evaluar la representación de los conceptos de presión y flotación a través de las redes semánticas naturales, generadas por estudiantes de este nivel y compararlas con la red producida por un grupo de expertos en Física. Las conclusiones a las que llegaron demostraron que los alumnos del área de físico-matemáticas tienen organizaciones semánticas más completas y coherentes con los conceptos centrales que los alumnos de las demás áreas independientemente del tipo de instrucción recibida.

De la experiencia antes descrita y de las investigaciones de Figueroa se adaptó el procedimiento de evaluación empleado en el estudio que nos ocupa en esta tesis y que consiste en pedir a los examinados que definan el concepto estudiado por medio de sustantivos, adjetivos o verbos, restringiéndoles el uso de artículos, preposiciones, pronombres u otras partículas gramaticales. Posteriormente cada concepto debe ser calificado con un valor del 10 al 1. El valor más alto significa la relación más importante que se le otorga al concepto escrito por alumno, con el concepto central que deben aprender (ver anexo 3). El análisis de los datos consiste en obtener: a) la riqueza de un concepto, es decir, la cantidad de definidoras que un grupo de sujetos puede generar para cada concepto; b) la densidad de las definidoras, esto es que tan compactas o dispersas se encuentran; c) la frecuencia de las definidoras, cuyo significado

cado es la cantidad de veces que una definidora es generada por el grupo de sujetos, d) el valor semántico que indica la importancia que tiene una definidora para un concepto particular y que esta dado por la jerarquía y frecuencia; e) la distancia semántica que permite evaluar el carácter de las definidoras, ya que si las definidoras se encuentran cerca o lejos, entonces son constantes e impredecibles o bien variables y complementarias; y f) el consenso entre grupos respecto a su red semántica de un concepto.

El procedimiento de redes semánticas mide también los descubrimientos más recientes sobre memoria semántica, que han apuntado hacia el estudio de las relaciones dentro de las redes encontrándose que hay un amplio tipo de posibles relaciones, incluyendo las interacciones entre los conceptos que pueden ser de naturaleza física (cerca, lejos, conectado a), de naturaleza temporal (sigue a, precede a), de naturaleza lógica (causa, produce, es consecuencia), o de naturaleza jerárquica (miembro de un grupo, tipo o ejemplo). **Para efectos de evaluar cuantos conocimientos tienen los alumnos antes de la instrucción y cuáles fueron las reestructuraciones que cualitativamente eran más cercanas a la realidad y a las esperadas por los profesores; la herramienta de las redes semánticas complementó de manera importante y significativa la evaluación que se pretendió hacer de las preconcepciones de los alumnos y proporcionó una evidencia más objetiva y concreta de las transformaciones conceptuales obtenidas por los estudiantes después de la instrucción.**

*Sin embargo, y reflexionando sobre otros aspectos, la intervención requiere también, controlar el diseño instruccional y por supuesto, si el diseño instruccional en la computadora es realmente el causante de las transformaciones que los alumnos experimentaron, los renglones siguientes intentan dar una explicación de la forma de evaluar estos factores.*

### **3.6.2 La evaluación del diseño instruccional.**

En el caso de una clase asistida por computadora se tiene que tener cuidado en el efecto de "halo" *producido por la glamour de usar las computadoras; poner atención para que las lecciones estén planeadas de acuerdo a la necesidad de aprendizaje de los alumnos, excluyendo las preferencias de los maestros y que resulte un producto atractivo, pertinente al tema y promotor del enfoque teórico-psicopedagógico subyacente.*

Se recomienda organizar la metodología experimental utilizando cuando menos un grupo control para garantizar que la intervención que se aplica es más efectiva que cualquier otra en la que no se usan computadoras (Draper, et.al., 1995), evaluar el software conforme a sus características estructurales y a los resultados de su interacción con el usuario, así como la percepción de éste al utilizarla. Sobre este último

punto Barker, y King, op.cit., (1993), en una investigación sobre los métodos de medición para diseños de aprendizaje propuso quince categorías para identificar un buen diseño de aprendizaje en un curso de multimedia, los cuales son:

1. **COMPROMISO.**- Esta categoría busca medir si el producto compromete realmente el interés del alumno o involucra al usuario por factores particularmente motivantes, agradables o desafiantes.
2. **INTERACTIVIDAD.**- En esta categoría se mide si el producto establece una relación pasiva o activa con el usuario y si provee los principios por los cuales un alto grado de involucración del usuario puede ser establecido.
3. **ADAPTABILIDAD.**- Esta faceta muestra las características que permiten al producto ser personalizado o adaptarse a diferentes ambientes hardware y por lo tanto ser más accesibles a grupos de usuarios.
4. **APROPIACION DE LA MEZCLA MULTIMEDIA.**- Esta categoría se refiere a la medición de varias características multimedia para valorar si trabajan bien en relación con las metas educativas del producto y en relación unas a otras.
5. **MODO Y ESTILO DE INTERACION.**- Esta categoría busca comentar sobre la naturaleza de la interface en términos del modo de interacción (por ejemplo: teclado, ratón, etc.) y los estilos de interacción como los caminos o las opciones seleccionadas (por ejemplo: usando menús, iconos, etc.).
6. **CALIDAD DE LA INTERACCION.**- Categoría relacionada a la calidad de la interactividad mostrada por el producto, esta faceta busca medir la calidad de la finalidad en la interactividad del usuario con el sistema. Aquí se considera la naturaleza del control que el producto ha proporcionado al usuario y la facilidad de usarlo en términos de ayuda y apoyo del sistema, así como sus niveles generales de accesibilidad. También incluye posibles comentarios de la capacidad del producto para ofrecer al usuario las facilidades en la toma de decisiones sobre su ruta a través del producto y realza un sentido de pertenencia con relación al proceso de aprendizaje.
7. **CALIDAD DEL FIN-USUARIO INTERFASE.**- Categoría dirigida a observar la utilidad en el tipo de interface que está presentada al usuario y con la cual tiene que interactuar. Las características pueden incluir el uso de color , gráficas, ventanas, el diseño de iconos y la adquisición de la información.
8. **ESTILOS DE APRENDIZAJE.**- Esta categoría sirve para determinar el estilo de aprendizaje escogido para el tema a estudiar y las observaciones que los estudiantes tienen proyectadas sobre el modelo de aprendizaje conceptual y

las metas diseñadas para el producto. En esta categoría es también posible comentar si el material aprendido reconoce las habilidades existentes del usuario y estimula la transferencia de estas habilidades dentro de la situación nueva de aprendizaje.

- 9. CONTROL Y MEDICION DE LAS TECNICAS.** - Esta categoría intenta medir si el producto controla el progreso de los usuarios y ofrece una medición formal o provee principios de autoevaluación.
- 10. CONSTRUCCION DE LA INTELIGENCIA.** - Categoría que pretende medir en el producto la "inteligencia", por ejemplo si incluye características de un sistema tutorial (como modelamiento del aprendizaje), utilización de técnicas de la inteligencia artificial con conocimientos básicos, utilización de un sistema experto o el uso de controles de la información para proveer al usuario de apoyos tales como estrategias de deliberación o presteza.
- 11. ADECUACION DE HERRAMIENTAS DE APOYO AUXILIARES AL APRENDIZAJE.** - Esta categoría pretende considerar la provisión adecuada o calidad de una línea de herramientas de apoyo - diccionario, calculadora, atlas o softwares auxiliares especializados-, u otros servicios de apoyo para el usuario, tales como libros de notas. También se debe considerar observar si las herramientas son palpadas como esenciales o triviales.
- 12. CONFORMIDAD PARA USARLO INDIVIDUALMENTE O EN GRUPO.** - Esta categoría pretende medir la adaptabilidad del producto para usarse en un rango educativamente fijado.
- 13. VIABILIDAD EN TERMINOS DE COSTO Y PLATAFORMAS ENTREGADAS.** - Con esta categoría se intenta medir el producto tomando en cuenta su viabilidad para ser implementado en términos de costo y de la naturaleza del hardware y software que se debe utilizar, por ejemplo si es en una plataforma de CD ROM O CD-ROM XA o en máquinas Apple Macintosh, IBM PC, UNIX, etc.
- 14. FORTALEZA EMINENTE Y CARACTERISTICAS ATRACTIVAS.** - Esta categoría está dirigida a evaluar algunas secciones cuyas características son excepcionalmente buenas o sobre el software en su totalidad.
- 15. LIMITACIONES EMINENTES Y DEBILIDADES.** - Categoría que pretende medir secciones que pueden ser excepcionalmente pobres o sobre el software en su totalidad.

Estos quince aspectos permiten escudriñar en la calidad del diseño de aprendizaje y en la calidad de la producción del curso multimedia que apoya directamente el proceso de enseñanza-aprendizaje (courseware). La evaluación del diseño de aprendizaje a través de estas categorías intenta identificar «todas las marcas de calidad» (hallmarks of quality) que muestren las características de un buen producto. A partir de estas categorías el investigador puede hacerse preguntas con respecto a lo que quiere que aparezca en su diseño instruccional y evaluar los componentes de la mezcla multimedia que seleccionó para su diseño instruccional y la secuenciación de los componentes de su interface. Es importante acotar que un software no tienen que tener en su evaluación evidencia de los quince aspectos propuestos por Baker y King, su selección depende de los objetivos educativos que se persiguen; la naturaleza del contenido a enseñar; las características de los estudiantes para quienes se está preparando el software y las condiciones materiales con las que se cuenta en el contexto escolar o el de los usuarios. Este análisis permitirá optimizar los recursos y hacerlos más pertinentes y efectivos para el entrenamiento que se pretende proporcionar.

Evidentemente la mejor validación es la que obtiene datos del ambiente natural y la organización diaria y común del contexto de aprendizaje de los alumnos, sin una selección especial de los participantes. Sin embargo y dado que en las escuelas públicas de nuestro entorno todavía no tienen considerado dentro de su curriculum el uso continuo de las computadoras como apoyo para sus clases cotidianas, el modelo de enseñanza propuesta en este trabajo se tuvo que adaptar a las condiciones de la escuela para poderlo aplicar en los horarios comunes de clase y dentro de la dinámica de la organización cultural, de tal manera que cada sesión se llevó a cabo después de su clase teórica y en el laboratorio de computación. Los alumnos y el maestro se trasladaron a la sala de informática y realizaron las actividades como práctica de laboratorio. Cabe mencionar que se trabajó dos sábados para poder completar las aplicaciones necesarias ya que resultó insuficiente el tiempo estipulado oficialmente para las clases debido al ritmo de aprendizaje de la mayoría de los alumnos.

En el siguiente capítulo dedicado a la metodología se describen los métodos de control y evaluación así como los resultados obtenidos de la aplicación del diseño.



## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Preguntas experimentales.

Como se mencionó en el primer capítulo, el producto que se esperaba obtener del trabajo de investigación en esta tesis fue un software educativo cuyo diseño instruccional estuviese estructurado sobre los avances teórico-metodológicos derivados del constructivismo.

Bajo esta perspectiva, se arreglaron las condiciones ambientales en el salón de clase de los grupos experimental y controles, dirigidos por un maestro con formación constructivista que fuera capaz de promover el cambio conceptual en alumnos de la materia de química, esto es, transformar su organización cognitiva conceptual sobre las características de los elementos, mezclas y compuestos químicos hacia la expectativa docente sobre estos contenidos.

En particular, interesó contestar las siguientes preguntas:

- *¿Existe diferencia entre la organización conceptual y el cúmulo de conocimientos de los alumnos que, bajo un ambiente constructivista, utilizan la computadora como herramienta de apoyo?*
- *¿Estas diferencias son independientes de las ideas previas, la formación del maestro, las condiciones ambientales y el diseño instruccional de la computadora?*
- *¿Cuáles serían los indicadores que señalarían claramente estas diferencias?*

Para comenzar a dar respuesta a estas preguntas, se corrió un estudio piloto con el propósito de probar materiales y procedimientos. Sus resultados fueron satisfactorios para la fase experimental ya que la técnica de redes semánticas y las pruebas de conocimientos nos permitieron esquematizar la organización conceptual de los alumnos antes y después de la instrucción, así como, detectar las posibilidades de manipulación y motivación del diseño instruccional en el software.

En el párrafo destinado al procedimiento se encuentran las gráficas que demuestran esta coincidencia.



## **4.2 HIPOTESIS**

A partir de las preguntas anteriores se formularon las hipótesis de la siguiente manera:

### **4.2.1 Hipótesis de trabajo**

**H1** Los alumnos que aprenden apoyados por la computadora con un diseño instruccional y un ambiente de aprendizaje constructivista muestran, en términos de ganancias, más conocimientos (cuantitativos) y mejor organización conceptual (conocimientos cualitativos) que aquellos que no están bajo estas condiciones.

### **4.2.2 Hipótesis Nula**

**Ho** Los alumnos que aprenden apoyados por la computadora con un diseño instruccional y un ambiente de aprendizaje constructivista muestran, en términos de ganancias, igual o menor cúmulo de conocimientos (cuantitativos) e igual o menor organización conceptual (conocimientos cualitativos) que aquellos que no están bajo estas condiciones.

## **4.3 SUJETOS**

El experimento se aplicó a 5 grupos de primer semestre de enseñanza media superior que cursan sus estudios en el Colegio de Ciencias y Humanidades y que aprenderían particularmente los conceptos de elementos, compuestos y mezclas.

Posteriormente se seleccionó al azar 19 alumnos de cada uno de los cinco grupos (95 sujetos). La elección de estos grupos permitió un análisis comparativo de los efectos del diseño independientemente de las características constructivistas o de la asistencia de la computadora donde aprenderían los conceptos.

También se tomó en cuenta las características académicas de los maestros contando con dos profesores de formación constructivista y dos de formación tradicional.

El quinto grupo evaluado es de la profesora con formación constructivista que dirigió el grupo experimental apoyado con computadora, se decidió evaluar otro de

sus grupos son ayuda de computadora para desechar la posibilidad de que su personalidad o formación estuvieran afectando los resultados.

Todos los alumnos de la población seleccionada tienen un promedio de calificación en sus estudios anteriores de 8 puntajes en la escala convencional de las escuelas del 0 al 10.

#### 4.4 DISEÑO UTILIZADO

Para dar respuesta a las preguntas de investigación se escogió realizar un estudio experimental con preprueba-postprueba a los grupos que componen el experimento para evaluar la aleatorización y analizar el puntaje ganancia de cada grupo. (anexos 3,4 y 5)

Para la comparación entre prepruebas y postpruebas y para analizar por separado el puntaje-ganancia de cada grupo, se aplicó la prueba «*t*» de Student a los datos resultantes de las pruebas de conocimiento. Además se realizó un ajuste de proporciones para ver esas diferencias en términos porcentuales.

En el caso de las redes semánticas se realizó un análisis cualitativo utilizando los conceptos vertidos por los alumnos. Estos conceptos, fueron analizados de acuerdo con los parámetros propuestos por Figueroa y cols., (op. cit, 1982b) para redes naturales, que son los valores: J, M grupo SAM, FMG, G, y Q, definidos de la siguiente forma:

- a) El valor **J** de cada grupo es: el total de definidoras (conceptos) diferentes en la red de cada grupo y representa la riqueza del conocimiento.
- b) El valor **M** (peso semántico) de cada grupo es: el producto de la frecuencia de un nodo por su valor semántico, (asignado en una escala del 1 al 10). Representa la significatividad que tienen los conceptos manifestados en cada grupo.
- c) El grupo **SAM** son: los conceptos (generalmente 10) con mayor peso semántico (**M**). Indica las definidoras fundamentales en la red de un grupo.
- d) El valor **FMG** (distancia semántica) de las definidoras es: la puntuación expresada en porcentajes de las diez definidoras con peso semántico más alto, (a la definidora que obtuvo el peso semántico más alto se le asigna el 100%).
- e) El valor **G** (densidad conceptual) es: el resultado de las diferencias entre los valores **M** más altos dividido entre el número de restas realizadas, e indica la dispersión o compactación del conocimiento expresado en cada grupo.

- f) El valor **Q** o consenso grupal es: el grado de relación en la posición y el tipo de nodo entre dos o más grupos, que se expresa en porcentaje e indica, la semejanza en la organización y contenido semántico entre los grupos. (comparando grupos de estudiantes entre sí o con la red del experto.) También es posible obtener el consenso entre las definidoras generadas en el pre y postest de un mismo grupo de estudiantes.

Para este propósito, en los siguientes renglones, se definen y confiabilizan las variables que intervienen en el experimento.

#### 4.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

VARIABLE	AMBIENTE DE APRENDIZAJE Y EMPLEO DE LA COMPUTADORA
DEFINICION CONCEPTUAL	Organización de las actividades en el salón de clase para interactuar con la computadora.
DEFINICION OPERACIONAL	Conjunto de instrucciones, hipertexto y actividades programadas en el Software educativo aplicado. Conjunto de acciones cooperativas realizadas por los alumnos y maestro para crear un clima de acercamiento al esclarecimiento de los contenidos a estudiar.

#### 4.4.2 VARIABLES DEPENDIENTES

VARIABLE	CONOCIMIENTOS CUANTITATIVOS	CONOCIMIENTOS CUALITATIVOS (ORGANIZACIÓN CONCEPTUAL)
DEFINICION CONCEPTUAL	Aumento en la cantidad de conceptos que pueden manejar en la memoria de trabajo y a largo plazo sobre el contenido a estudiar.	El grado de acercamiento entre el tipo y cantidad de relaciones conceptuales de la red producida por los alumnos y la red propuesta por el maestro, así como enriquecimiento de los enunciados y reflexiones emitidas por los estudiantes después de la instrucción.
DEFINICION OPERACIONAL	Aumento en la calificación obtenida en la prueba de conocimientos.	Reporte de las transformaciones conceptuales observadas en los mapas conceptuales, redes semánticas, enunciados y aspectos cualitativos de las preguntas en las pruebas de conocimiento realizados por los alumnos después de la instrucción y comparadas con las emitidas antes de la instrucción

La población se ordenó en cinco grupos de comparación de la manera que sigue:

RG1	<b>O1</b> pre-pruebas de conocimiento y redes semánticas	<b>X1</b> (ambiente de aprendizaje y maestro constructivista con computadora)	<b>O1</b> post-pruebas de conocimiento y redes semánticas
RG2	<b>O2</b> pre-pruebas de conocimiento y redes semánticas	<b>X2</b> (ambiente de aprendizaje y maestro tradicional con computadora)	<b>O2</b> post-pruebas de conocimiento y redes semánticas
RG3	<b>O3</b> pre-pruebas de conocimiento y redes semánticas	<b>X3</b> (ambiente de aprendizaje y maestro constructivista sin computadora)	<b>O3</b> post-pruebas de conocimiento y redes semánticas
RG4	<b>O4</b> pre-pruebas de conocimiento y redes semánticas	<b>X4</b> (ambiente de aprendizaje y maestro tradicional sin computadora)	<b>O4</b> post-pruebas de conocimiento y redes semánticas
RG5	<b>O5</b> pre-pruebas de conocimiento y redes semánticas	<b>X5</b> (ambiente de aprendizaje y maestro constructivista del G1 sin computadora)	<b>O5</b> post-pruebas de conocimiento y redes semánticas

Por lo tanto se espera que existan diferencias entre los grupos y que la significativamente más grande sea la obtenida entre el grupo 1 (experimental) y los demás grupos, tanto entre las pruebas antes y después de la instrucción como entre la ganancia obtenida en los grupos apoyados por la computadora para realizar su trabajo de enseñanza y aprendizaje.

## 4.5 ESCENARIOS

Se utilizaron salones de clase y laboratorio de cómputo convencionales tratando de que las condiciones fueran lo más cercanas a las que se realizan normalmente en el colegio, pero que permitieran el control de ciertas variables, como el copiado entre estudiantes y la alteración de los horarios y/o las costumbres en los espacios de aprendizaje.

## 4.6 MATERIALES

Se utilizaron 20 computadoras PC con 4 MB para los alumnos del grupo experimental. En las computadoras se instalaron dos software:

- En el primero se encuentra el diseño para evaluar en el grupo experimental las preconcepciones de los alumnos como pretest y postest a través de redes semánticas de acuerdo a la técnica de Figueroa y cols. (1980, Op.Cit.) Para poder determinar los valores organizacionales de la red conceptual de los alumnos antes y después de la instrucción. (anexos 3 y 4)
- El segundo software, contiene el diseño instruccional para la aplicación experimental. (en el capítulo anterior se describió su contenido)

Paralelamente se les pidió realizar redes semánticas antes y después de la aplicación para determinar la organización semántica y las diferencias entre novato y experto y, por último,

Se aplicó una prueba de conocimientos (anexo 5) para determinar el cúmulo de conceptos cuantitativamente adquiridos.

Se aplicó un cuestionario de opinión sobre las características del diseño instruccional a los alumnos del grupo experimental. (anexo 6)

## 4.7 PROCEDIMIENTO

El procedimiento para llevar a cabo la investigación consta de cuatro fases:

### 4.7.1 FASE 1

- Se procedió a seleccionar los instrumentos y desarrollar el diseño instruccional que debía contener el software sobre la base del marco teórico confeccionado para sustentar el trabajo.
- Los instrumentos para el pretest fueron seleccionados de las investigaciones alrededor de la memoria semántica (Figueroa y Cols., Op.Cit.), del aprendizaje asociativo desde una perspectiva conexionista, (McClelland y Rumelhart, 1985, Kintsch, 1992 y Novack y Cols. Op.Cit.) los cuales proponen el uso de redes semánticas y mapas conceptuales para identificar la organización conceptual del contenido que los alumnos tienen en su mente y una forma de

medir el acercamiento con la red y organización que tienen los alumnos con relación al maestro y, además, las formas tipificadas de los conceptos que logran conjuntar en el cúmulo y organización conceptual que producen.

- También se utilizó como instrumento de medición la prueba de conocimientos utilizada en otras investigaciones sobre ideas previas (García y Cols. Op.Cit.).
- Se procedió a diseñar la interface a través de un guión (Figura 4) que contenía la secuenciación didáctica, la algoritmización del contenido y la mezcla multimedia que debería llevar. En el guión se pueden visualizar los nombres de los archivos que contenían las imágenes, fotos, animaciones y texto que los expertos debían producir conforme al guión y programar de acuerdo a la secuencia didáctica.
- Se organizó el grupo de expertos que darían forma al software educativo. Participó la diseñadora (psicóloga educativa) que estructuró el guión con la secuenciación didáctica que diera respuesta a las condiciones teórico metodológicas del constructivismo.
- También participaron tres diseñadores gráficos que realizaron todas las animaciones y dibujos y scanearon las fotografías que se utilizaron en el software y un programador que compiló todo el material en un programa Dbase II.
- Se organizó la selección de los grupos, el tipo de interacción y ambiente que debía prevalecer dentro del salón de clases junto con los maestros de corte constructivista y los tiempos y sesiones donde se llevaría a cabo el experimento. Al maestro de corte tradicional sólo se le pidió hacer uso de las sesiones para aplicar los pretest y los postest.

#### **4.7.2 FASE 2**

Se procedió a la aplicación del pretest que consiste en:

- Aplicar un instrumento (anexo 4) para detectar la organización conceptual de las preconcepciones de los alumnos, esto es, las actividades que los alumnos debieron hacer para crear una red semántica y un mapa conceptual.
- Una prueba de conocimientos declarativos (hechos, conceptos, principios, teorías) (anexo 5) sobre los conceptos: elementos, compuestos y mezclas para detectar el cúmulo de conocimientos previos.
- En esta primera fase se pidió a los alumnos que escribieran una lista de

conceptos relacionados con los conceptos centrales: elementos, mezclas y conceptos, definidos a través de sustantivos o palabras sustantivas procurando no utilizar ninguna otra palabra como pronombres, adjetivos, preposiciones, artículos, conjunciones etc.

- Una vez que los alumnos enlistaron los conceptos, se les pidió jerarquizarlos del 10 al 1 donde los definidores que consideraran más cercanos a cada concepto central recibirían el valor menos alto. Posteriormente se les pidió que hicieran un mapa conceptual con dicha lista determinando el tipo de relaciones que establecieron entre conceptos.
- Esta actividad permitiría posteriormente obtener los valores organizacionales de la riqueza y dispersión de la red, así como los valores de contenido relacionados con la identificación de los definidores conceptuales, así como las distancias semánticas de los conceptos centrales que, serían comparados con los propuestos por los expertos.
- Las habilidades para generar las redes y los mapas fueron inducidas verbalmente mediante instrucciones y modificaciones obtenidas en grupo, estos procedimientos fueron probadas ampliamente en actividades anteriores donde fueron usadas las técnicas. (García y Jiménez, 1996).

Sólo los alumnos del grupo que trabajó con computadora desarrollaron el pretest en computadora, por dos razones que se consideraron importantes, prevenir una contaminación en el hecho de utilizar la misma y porque el equipo sólo estaba disponible para los mismos a causa de los horarios.

Las sesiones que se ocuparon para realizar el pretest fueron dos, una para las redes y otra para los mapas.

- Se aplicó el software a los grupos que estaban organizados de la siguiente manera:
  - a) Los alumnos con maestros de corte constructivista deberían realizar las actividades del software en grupos de dos o tres cooperando para resolver los cuestionamientos.
  - b) Estos maestros deberían propiciar la interacción de los alumnos y la discusión sobre los contenidos guiándoles para que reconstruyeran el conocimiento y plantearan sus respuestas.
  - c) Se dejó que los alumnos desarrollaran las actividades del software a su ritmo por lo que no hubo límite de tiempo.
  - d) Desde el momento de la aplicación se pretendió empezar a realizar la

recolección de los datos y comenzar a realizar el análisis de la información para obtener las conclusiones por lo que en el software se contempló la posibilidad de imprimir los textos de inmediato, se les proporcionó a los alumnos para que tuvieran sus respuestas y las retroalimentarán a la siguiente sesión de haberlas redactado.

### **4.7.3 FASE 3**

En esta fase se aplicaron los postest con el mismo procedimiento e instrumentos mencionados en la fase 1 con la excepción que se incluyó una prueba de opinión (anexo 6) para identificar el impacto de la computadora sobre la motivación y actitud de los alumnos.

### **4.7.4 FASE 4**

- En esta fase se recolectó los datos de la porción experimental para darle el tratamiento estadístico.
- Se realizó un análisis cualitativo de las redes semánticas, mapas conceptuales utilizados en el pre y postest para obtener las formas de representación y organización semántica de los alumnos antes y después de la instrucción.

La prueba de conocimientos se calificó según los errores y aciertos. Las redes semánticas siguieron el procedimiento de evaluación de Figueroa, (1976) y para el análisis de las proposiciones se utilizará el modelo de Malher y Cols., op.cit., (1991).

- Se analizaron cuantitativamente y cualitativamente las redes semánticas para obtener las diferencias entre los alumnos y también se realizará una comparación de estas redes con las elaboradas por el experto.
- Los datos del instrumento de opinión se analizaron cuantitativamente en términos porcentuales para determinar la tendencia grupal, para esto se utilizaran las categorías de Baker y King, Op.Cit. (1993). Cualitativamente los datos serán analizados con relación a los resultados de los demás instrumentos.

La primera pregunta de investigación planteó la necesidad de identificar si existían diferencias significativas entre las calificaciones obtenidas en la prueba de conocimientos y las redes de conocimiento construidas por los diferentes grupos de estudiantes antes y después de la instrucción.

La segunda pidió se especificara en que indicadores se mostraba más clara-



mente las diferencias en caso de haberlas, en los siguientes párrafos se muestra el análisis del tratamiento estadístico.

## 4.8 RESULTADOS

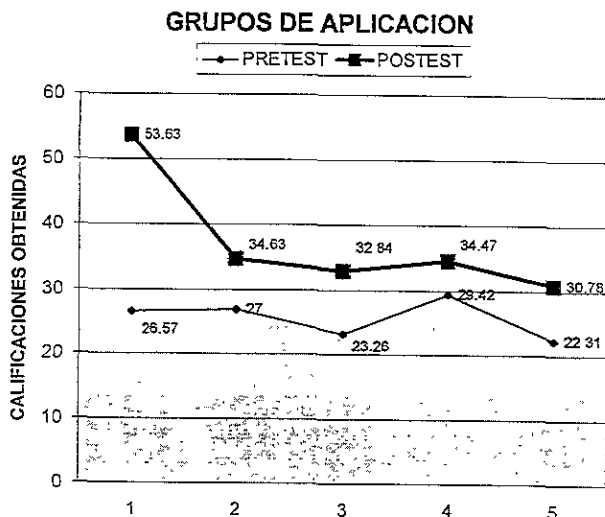
### 4.8.1 Representación gráfica del análisis de la prueba de conocimientos, tratamiento de los datos y resultados.

Los resultados del pretest en la prueba de conocimientos mostraron que:

Los alumnos que tienen la oportunidad de tener acceso a la computadora en las condiciones experimentales que se proponen en este estudio obtienen mayores ganancias y logran cambiar conceptualmente la estructura de sus conocimientos y las relaciones que establecen entre ellos.

Los alumnos logran un aprendizaje significativo importante cuando se organiza un ambiente de aprendizaje donde se cuente con un diseño instruccional en la computadora y un maestro con formación constructivista.

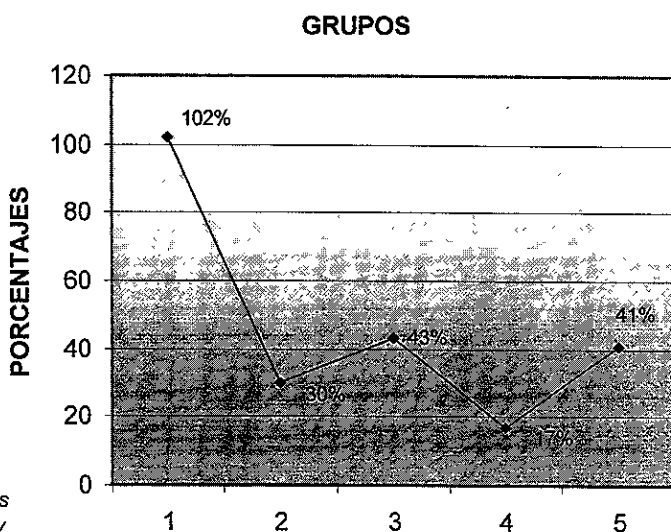
Como se observa a simple vista en el gráfica No.1, los promedios obtenidos en los grupos en el pretest y en el postest de la prueba de conocimientos reportan diferencias entre los grupos. La diferencia más relevante se manifiesta en el grupo 1 donde se encontraron los alumnos aprendiendo con el software que contenía el diseño instruccional



**Gráfica No. 1.-**  
Promedios obtenidos en la prueba de conocimientos antes y después de la instrucción por cada grupo.

En la gráfica 1 se destaca que el grupo experimental obtiene el segundo lugar de acuerdo a los puntajes obtenidos en los pretest (26.57) frente al grupo 4 (tradicional sin computadora, 29.42), pero logra la mayor ganancia (53.63) en los postest comparado con los demás grupos. (ver gráfica 1)

Las diferencias obtenidas en cada grupo antes y después de la instrucción, confirman la afirmación anterior y señalan (ver gráfica No. 2) que el grupo experimental logra más del 100% de aumento en el cúmulo de conocimientos a diferencia de los demás grupos que aún cuando logran ganancias después de la instrucción estas fluctúan entre los 17 y 43%.



**Gráfica No. 2.-**  
Promedio de las  
diferencias encontradas  
en cada grupo antes y  
después de la instrucción

Dos aspectos más de acotar son: que el grupo 4 (tradicional sin computadora) obtuvo la menor ganancia (17%) y que entre los demás grupos se puede observar la mayor ganancia en los que fueron dirigidos por un profesor con formación constructivista con o sin apoyo de la computadora. (G1=102, G3=43 y G5=41%). También el grupo 2 (tradicional con computadora, 30%) presenta un mejor desempeño que el grupo 4. (ver gráfica No.2)

Los resultados muestran evidencias del poder del diseño instruccional para promover el cambio conceptual, pero además, demuestran algo más importante, que este efecto se multiplica cuando se combina con un ambiente y un profesor con formación constructivista que sea capaz de interpretar el diseño con eficiencia.

Los resultados de la prueba «t» con la corrección de Bortessoni muestran que existen diferencias significativas entre los pretest y postest de cada grupo, es decir se logró un aprendizaje considerable en cualquiera de las condiciones establecidas para cada uno ( $t = G1=8.81; G2=3.74, G3=3.99, G4=2.19$  y  $G5=2.13, p>.05=1.68, 37$  gl )

En cuanto a la comparación del grupo experimental (G1) con los demás grupos se encontró que también existen diferencias significativas ( $t = G2=9.89, G3=8.38, G4=8.3$  y  $G5=10.67, a=.05= 2.70$  en tablas, 37 gl) al aplicarle la prueba, por lo que, se comprueba la hipótesis de investigación, es decir que la computadora como herramienta de apoyo provoca un mayor conocimiento en los alumnos que aprenden con un diseño instruccional de corte constructivista en ella, pero que además, obtienen mayor ganancia si el ambiente de aprendizaje está dirigido por un profesor con un estilo de enseñanza constructivista.

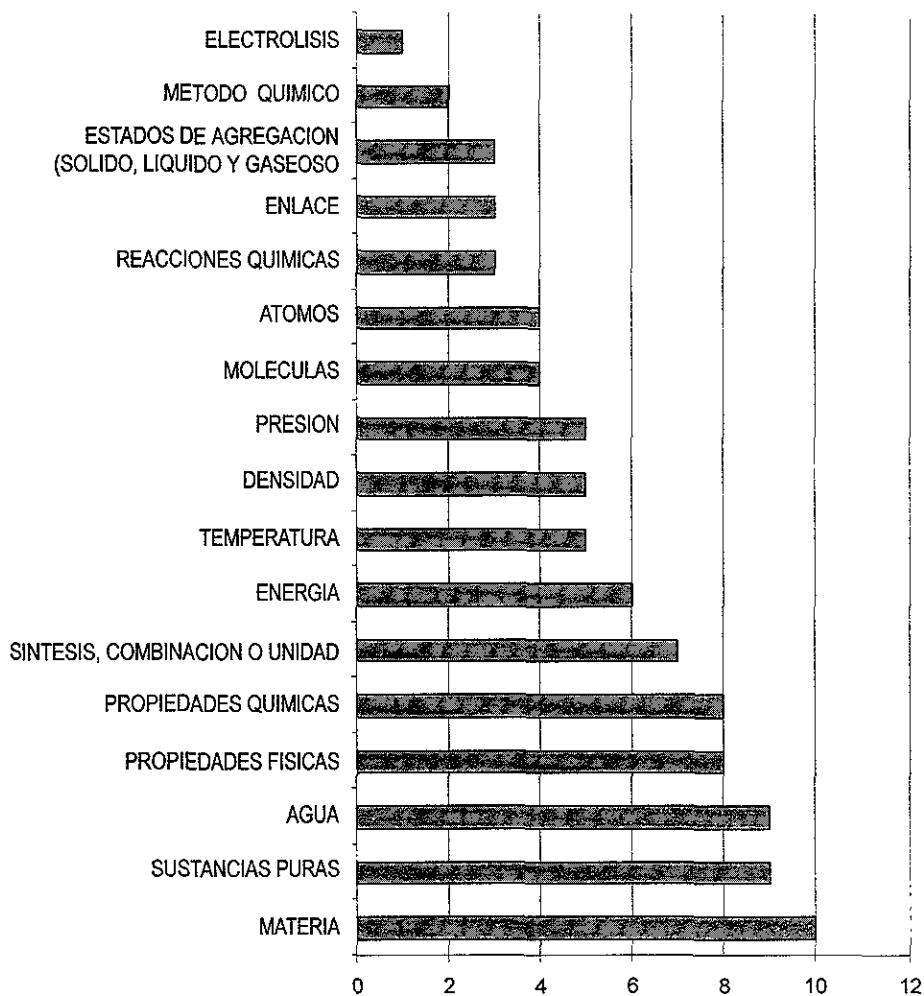
#### **4.8.2 Análisis de los conceptos generados antes y después de la instrucción.**

Para realizar este análisis se aplicó la técnica de redes semánticas naturales de Figueroa, (Op.Cit) por lo que se solicitó la ayuda de los profesores que intervinieron en el experimento como expertos y a una química que también ejercía la docencia en educación superior pero que no estaba involucrada en el experimento. Solamente dos profesores aceptaron hacer el análisis y actuar como expertos.

En la gráfica 3 y la figura 18 se muestran los conceptos que de acuerdo a los expertos definen al concepto de compuestos en relación con las mezclas y elementos.

Como puede observarse, en la red de los expertos (gráfica No.3), los conceptos definidores son en total 16, lo cual es indicador de que la red a estudiar es abundante en conceptos y relaciones, y se encuentran ordenados de mayor a menor importancia, siendo el No.1 el de menor importancia y el No.10 el de mayor importancia.

La figura 1 constituye una representación visual de la red de los expertos. En ésta, los conceptos con mayor importancia y por ende más cercanos al concepto de compuesto, según la opinión de los expertos, son materia (valor de importancia 10, y distancia 0) seguidos por sustancias puras y agua, propiedades físicas y químicas, con el mismo puntaje (valor de importancia 9 y distancia 1).



**Gráfica No.3.-** Conceptos generados por los expertos de la enseñanza de la química, por orden de importancia y asociados con elementos, compuestos y mezclas

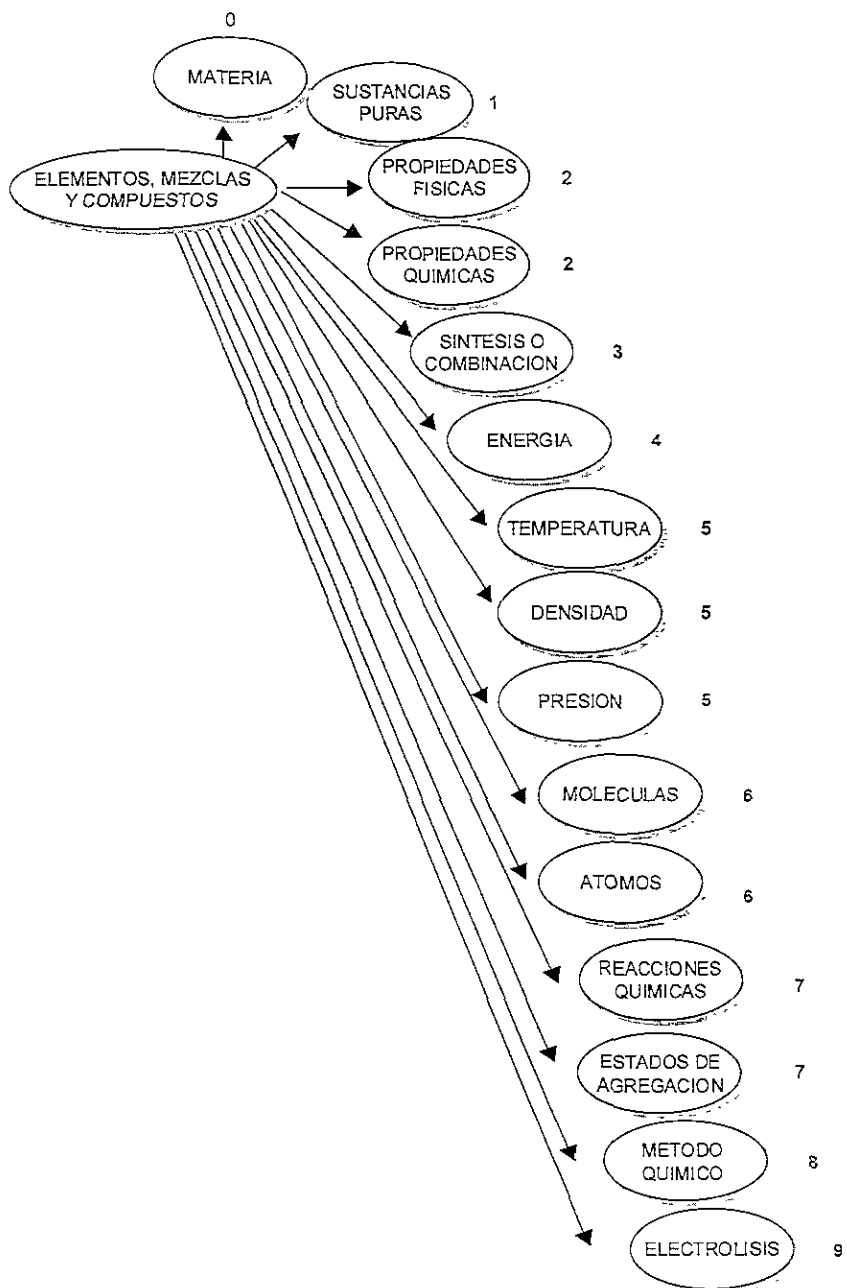


Figura 18.- Red Semántica elaborada con los conceptos y valores asignados por los expertos.

Los conceptos más lejanos (menos importantes o significativos) son electrólisis, (valor de importancia 1 y distancia 10 ) y método químico, (valor de importancia 2 y distancia 9 ). Debido a la abundancia de la red podemos observar que existen muchos conceptos entre los de mayor y menor importancia que manifiestan una fluctuación entre 4 y 8 en la distancia que los separa de los conceptos centrales y un promedio de 5 con respecto a la importancia que los expertos le asignan a los conceptos.

Las tablas 2a a la 2e muestran los resultados de la organización semántica del grupo experimental y los grupos controles de estudiantes evaluados en el pretest y postest.

Grupo 1 pretest J= 47					Grupo 1 postest J= 95				
SAM	M	FMG	G	Q EXP	SAM	M	FMG	G	Q EXP PRE POST
1.- AGUA 5	37	100	0	9	1.- REACCIONES QUIMICAS	25	100	0	7
2.- ENLACE	24	64.86	3	6	2.-SUSTANCIA PURA	23	92	2	10 4
3.- SAL	22	59.45	2	0	3.- ELEMENTOS	21	84	2	0 0
4.- AZUCAR	19	51.35	3	0	4.- PROPIEDADES FISICAS	17	68	4	1 0
5.- LIMON	13	35.13	6	0	5.- PROPIEDADES QUIMICAS	16	64	1	2 0
6.- REACCIONES QUIMICAS	12	32.43	1	2	6.- AGUA	15	60	1	4 5
6.- SUSTANCIA	12	32.43	0	4	7.- MEZCLA	13	52	2	0 0
6.- VINAGRE	12	32.43	0	0	8.- PRODUCTOS	12	48	1	0 0
7.- AZUFRE.	9	24.32	3	0	9.- UNION	12	48	0	5 1
7.- MEZCLA	9	24.32	3	0	10.- SAL	9	36	3	0 0
8.- ELEMENTOS	8	21.62	1	0					
8.-UNION	8	21.62	0	4					
9.- MÉTODOS	7	18.91	1	10					
10.- TIERRA	6	16.21	1	0					
<b>TOTALES</b>			<b>1.84</b>	<b>25%</b>				<b>1.6</b>	<b>29% 15%</b>

TABLA 2a.- Conceptos representativos de los alumnos del Grupo 1 en el pretest y postest.

Grupo 2 pretest J= 28					Grupo 2 postest J= 50					
SAM	M	FMG	G	Q EXP	SAM	M	FMG	G	Q EXP	Q PRE POST
1.- AGUA	47	100	0	1	1. ELEMENTOS	32	100	0	0	2
2.- AZUCAR	22	46.80	25	0	2. AGUA	24	75	8	10	1
3.- ELEMENTOS	12	25.53	10	0	3.COMPOSICION	22	68.75	2	0	0
4.- ENLACES	11	23.40	1	4	4. UNIR	16	50	6	10	0
5.- COVALENTES	10	21.27	1	0	5.SUSTANCIAS PURAS	14	43.75	2	3	0
5.- MEDICINA	10	21.27	0	0	6. CAMBIOS QUIMICOS	12	37.50	2	0	0
6.- ATOMOS	9	19.14	1	1	6. ENLACES	12	37.50	0	2	2
7.- GASEOSO	8	17.02	1	1	7. ELECTROLISIS	8	25	4	3	0
8.- LIMON	7	14.89	1	0	8 - ESTADOS DE AGREGACION	7	21.87	1	10	0
9.- CLORO	5	10.63	2	0	9.- TRANSFORMACION QUIMICA	5	15.62	2	0	0
10.- LIQUIDO	4	8.5	1	2	10.- DENSIDAD	4	12.50	1	4	0
<b>TOTALES</b>			<b>3.9</b>	<b>8%</b>				<b>2.5</b>	<b>38%</b>	<b>5%</b>

TABLA 2b -Conceptos representativos de los alumnos del Grupo 2 en el pretest y postest.

Grupo 3 pretest J= 55					Grupo 3 postest J= 58					
SAM	M	FMG	G	Q EXP	SAM	M	FMG	G	Q EXP	Q PRE POST
1.- AGUA	42	100	0	9	1.- AGUA	29	100	0	1	10
2.- SAL	38	90.4	4	0	2.- MATERIAL	23	79.31	6	0	0
3.- SUSTANCIA PURA	19	45.2	19	1	3.- SUSTANCIAS PURAS	19	65.51	4	1	10
4.- MASA	16	38	3	0	4.- MASA	17	58.62	2	0	10
5.- LIQUIDOS	13	30.9	3	3	5.- ORGANICO	16	55.17	1	0	0
6.- ELEMENTOS	11	26.1	3	0	6.- ELEMENTOS	12	41.37	4	0	10
6.- ENLACES	11	26.1	0	2	7.- LIQUIDOS	11	37.93	1	1	2
6.- SOLIDOS	11	26.1	0	2	8.- COMBINACION	10	34.48	1	4	0
6.- SOLVENTES	11	26.1	0	0	8 COMPONENTES	10	34.84	0	0	0
7.- MATERIA	10	23.8	1	6	8.- METALES	10	34.84	0	0	0
8.- PAN	10	23.8	0	0	8- SOLIDOS	10	34.84	0	8	2
9.-OXIDOS	9	21.4	1	0	9 -DISOLVENTE	9	31.03	1	0	0
10.- ACIDOS	8	19.4	1	0	9.-INORGANICO	9	31.03	0	0	1
10.- AZUCARES	8	19.4	0	0	9.-SOLUBILIDAD	9	31.03	0	0	0
10.- INORGANICO	8	19.4	0	0	10.-COMPUESTO	8	27.58	1	0	0
10 INSOLUBLE	8	19.4	0	0	10.-FUEGO	8	27.58	0	0	0
10.- REACCIONES QUIMICAS	8	19.4	0	2	10.-REACCIONES QUIMICAS	8	27.58	0	2	10
<b>TOTALES</b>			<b>2.05</b>	<b>15%</b>	<b>TOTALES</b>			<b>1.2</b>	<b>10%</b>	<b>32%</b>

**TABLA 2c.-**Conceptos representativos de los alumnos del Grupo 3 en el pretest y postest.



Grupo 4 pretest J= 58					Grupo 4 postest J= 36					
SAM	M	FMG	G	Q EXP	SAM	M	FMG	G	Q EXP	Q PRE POST
1.- AGUA	43	100	0	1	1 - AIRE	26	100	0	0	5
2.- REACCIONES QUIMICAS	30	69.76	13	6	2.-AGUA	24	92.30	2	1	1
3.-ORGANICO	16	37.20	14	0	3.-REACCIONES QUIMICAS	20	76.92	4	5	1
3.- INORGANICO	16	37.20	0	0	4.- METANO	18	69.23	2	0	0
4.- CAFÉ	15	34.88	1	0	5 - SALMUERA	17	65.38	1	0	0
5.- REFRESCO	14	32.55	1	0	6.-INORGANICO	16	61.53	1	0	0
6.- AIRE	13	30.23	1	0	7.-BENCENO	15	57.69	1	0	0
6.- UNITARIO	13	30.23	0	0	7.-ORGANICO	15	57.69	0	0	0
7.- SOLIDOS	12	27.90	1	1	7.- UNIONES	15	57.69	0	3	0
7.- LIQUIDOS	12	27.90	1	1	8.-ACIDO SULFURICO	12	46.15	3	0	0
8- CONTAMINACION	10	23.25	2	0	9-PROPIEDADES FISICAS	11	42.30	1	6	0
8- GASES	10	23.25	0	0	10 - ELEMENTOS	10	38.46	1	0	0
8.- VALENCIAS	10	23.25	0	0	10.- PLASMA	10	38.46	0	0	0
9.- ALCOHOL	9	20.93	1	0						
9 - METALES	9	20.93	0	0						
10.- BIOXIDO DE CARBONO	8	18.60	1	0						
10.- ORGANICO	8	18.60	0	0						
10.- MERCURIO	8	18.60	0	0						
10.- NO METALES	8	18.60	0	0						
<b>TOTALES</b>			<b>1.89</b>	<b>5%</b>	<b>TOTALES</b>			<b>1.2</b>	<b>12%</b>	<b>5%</b>

TABLA 2d.-Conceptos representativos de los alumnos del Grupo 4 en el pretest y postest

Grupo 5 pretest J= 34					Grupo 5 postest J= 33				
SAM	M	FMG	G	Q EXP	SAM	M	FMG	G	Q EXP PRE POST
1.- AGUA	16	100	0	9	1.- AGUA	21	100	0	9 10
2.- MEZCLA	14	87.50	2	0	2.- SUSTANCIA	19	90.47	2	10 0
3.- ELEMENTO	13	81.25	1	0	3.- PROPIEDADES QUIMICAS	14	66.66	5	10 3
4.-INORGANICO	12	75	1	0	4.-ELECTROLISIS	13	61.90	1	6 0
4.-COMPUESTO	11	68.75	1	0	5.-SAL	9	42.85	4	0 0
5.-ATOMO	9	56.25	2	2	6.- ELEMENTOS	8	38.09	1	0 10
6.-CARBONO	8	50	1	0	7.- AIRE	7	33.33	1	0 0
6.-PROPIEDADES QUIMICAS	8	50	0	3	8.- REFRESCO	6	28.57	1	0 0
7.-PROPIEDADES FISICAS	7	43.75	1	4	9.-INORGANICO	5	23.80	1	0 5
8.-DETERGENTE	6	37.50	1	0	9.- ORGANICO	5	23.80	0	0 10
8.- REFRESCO	6	37.50	0	0	9.- REACCIONES QUIMICAS	5	23.80	0	1 0
9.- FENOMENO	5	31.25	0	0	10.- ENLACES	4	19.04	1	6 0
9.- ORGANICO	5	31.25	0	0					
10.- FORMULAS	4	25	1	0					
10.- GASEOSO	4	25	0	2					
10.- LIQUIDO	4	25	0	2					
10.- SOLIDO	4	25	0	2					
<b>TOTALES</b>			.68	15%	<b>TOTALES</b>			1.4	35% 27%

**TABLA 2e.**-Conceptos representativos de los alumnos del Grupo 5 en el pretest y postest.

Como puede observarse en los grupos **SAM** de los cinco grupos en el pretest presentan la definidora agua como primera opción relacionada con los elementos, compuestos y mezclas.

En cambio en los postest aunque sigue apareciendo el agua como definidor principal el lugar que le asignan los alumnos, varía y sólo en dos grupos se le otorga el primer lugar.

Paradójicamente, en la red semántica de los expertos no aparece el concepto agua como una definidora fundamental para que aparezca en el mapa cognitivo del alumno, su utilización está dedicada a ejemplificar uno de los compuestos resultado de la conjugación de cada uno de los conceptos centrales de la red elaborada por los expertos.

Sin embargo, otras definidoras que si aparecen consistentemente en el pretest y postest de los grupos y que son señalados por los expertos como conceptos fundamentales son: sustancias puras, propiedades químicas y físicas, reacciones químicas y estados de agregación, aunque en este último caso se refieren a los diferentes casos de estados de agregación más que al concepto mismo.

Al analizar la aparición de los conceptos antes señalados en la organización semántica de los alumnos, el concepto de propiedades químicas sólo aparece en los dos grupos de la profesora con formación constructivista tanto al que dirige con ayuda de la computadora como el que trabaja sin la máquina. (grupo 1 y 5).

Sin embargo es importante acotar que el concepto aparece en la red del grupo sin computadora, tanto en el pretest como en el postest, por lo que, se puede inferir que los alumnos del grupo experimental aprendieron el concepto debido a la instrucción apoyada por la computadora y la formación constructivista de su profesora.

Tanto el concepto de propiedades físicas como el de reacciones químicas aparecen en cuatro de los cinco grupos. Con respecto al primer concepto se muestran en tres grupos en el postest *solamente por lo que puede concluirse que es debido a la instrucción cualquiera que esta sea, independientemente de los apoyos tecnológicos o la formación del profesor.* En el segundo concepto aparecen sólo en un grupo en el postest por lo que puede entenderse que su aparición sólo fue el reforzamiento de una relación ya establecida debido a cualquier instrucción en el experimento.

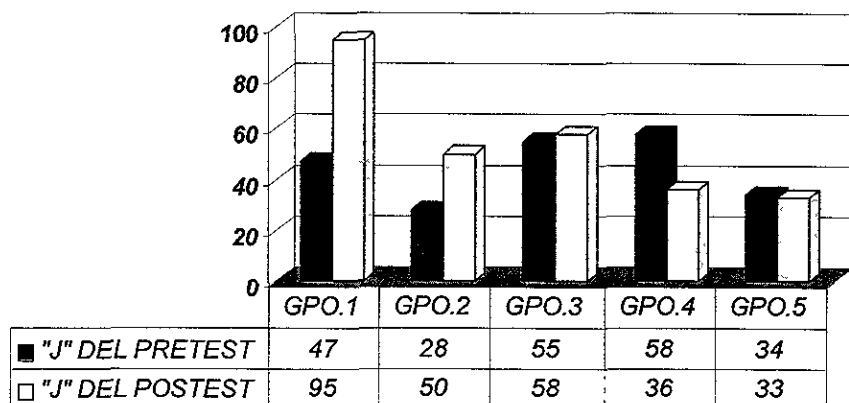
Conceptos importantes señalados por los expertos como materia (pretest, grupo 3), densidad y átomos (postest y pretest respetivamente, grupo 2) y electrólisis (postest, grupo 2 y 5), aparecen en las redes de los grupos pero no se observa una consistencia en su aparición como en los conceptos antes mencionados.

Por último cabe destacar que los conceptos de energía, temperatura, presión moléculas, átomos, estados de agregación, método químico no parecen en ninguna de las redes.

En el caso del grupo 1 (observar los conceptos obtenidos en el postest), la tendencia es recordar los ejemplos, (sal, azúcar, limón, etc., 9 de 14 conceptos generados), sobre los elementos, mezclas y compuestos, más que a recordar los conceptos básicos, sin embargo encontramos que los alumnos eligieron los conceptos: reacción química y sustancia pura, que pueden observarse también en la mayoría de los demás grupos.

En los grupos 2, 3, 4 y 5, a diferencia del grupo 1, la presencia de conceptos que ejemplifican los conceptos centrales propuestos por los expertos es escasa. Los conceptos que presentan los alumnos están más relacionados con los estados de agregación de la materia (sólido, líquido y gaseoso) o con la estructura que compone a cualquiera de los conceptos centrales o con ejemplos de los fenómenos, que con la estructura o el estado cuántico de la materia como serían los átomos, las moléculas, la energía, etc.

Por otro lado, en un análisis general de las redes semánticas del postest, se observó una mayor riqueza conceptual (total de definidoras emitidas por los alumnos) representada por el valor «J» en el grupo 1 (grupo experimental) por encima de los demás grupos pues logró duplicar su producción inicial. Es importante destacar el retroceso observado en los valores «J» de los grupos 4 y 5 (tradicionales los dos) quienes disminuyeron la riqueza conceptual expresada en el pretest. (ver la gráfica 4)

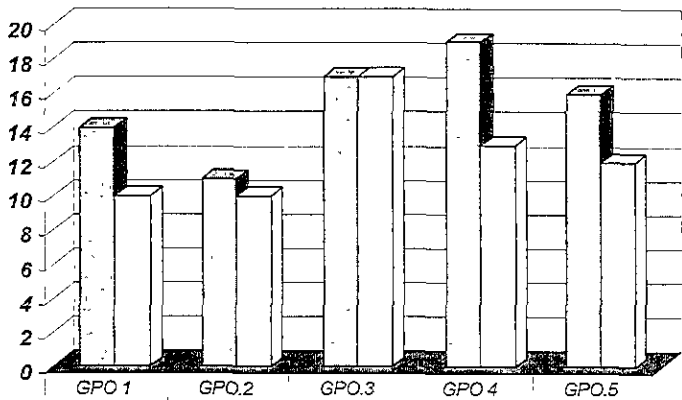


**Gráfica No. 4.-** Gráfica de la riqueza conceptual «J» obtenida por los grupos antes y después de la instrucción.

El grupo cuatro presenta la disminución más dramática a diferencia del grupo 5 de quien se puede concluir que realmente la producción de conceptos recordados quedó en iguales condiciones que la proporcionada en el pretest.

En la gráfica 5 se presenta el total de los conceptos seleccionados por grupo a los cuales se les asignó su peso semántico ( $M$ ), lo cual denota la dispersión entre los conceptos en términos de la sumatoria de la jerarquización de cada definidor conceptual.

También podemos observar en el valor semántico la importancia que tiene una definidora para un concepto particular y que está dado por la jerarquía y frecuencia. En este caso se destaca que la frecuencia de ocurrencia de los definidores en relación con la jerarquización asignada por los estudiantes es más alto en el pretest que en el postest, (saivo en el grupo 3 que son iguales), lo cual denota que en la mayoría de los grupos se tiene una mayor dispersión en los conceptos seleccionados antes de la instrucción y que los grupos que acortan más la relación entre conceptos son el grupo experimental (grupo 1) y el grupo dirigido por la profesora del grupo experimental pero sin apoyo de la computadora (grupo 5) (ver gráfica 5)



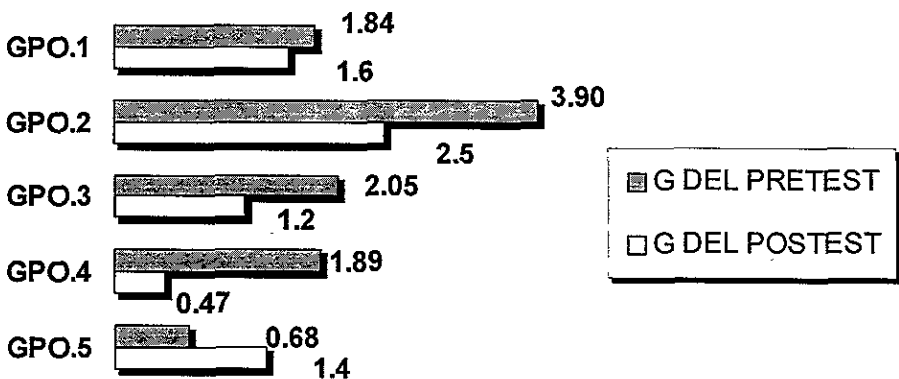
■ TOTAL DE DEFINIDORAS GENERADAS EN EL PRETEST	14	11	17	19	16
□ TOTAL DE DEFINIDORAS GENERADAS EN EL POSTEST	10	10	17	13	12

Gráfica No. 5.- Diferencias entre los pesos semanticos «M», obtenidos antes y después de la instrucción

El valor de **FMG** observado en las tablas del pretest, que permitió observar la distancia semántica para evaluar el carácter de las definidoras de acuerdo a su cercanía o alejamiento entre sí, demostró en los grupos tres y cinco que, para los alumnos, la definidora principal fue agua (ejemplo de compuestos), pero que este concepto tiene una relación distante con respecto al resto de las definidoras enlistadas por los alumnos.

Los demás grupos presentan el concepto agua también, pero en segundo o menor término de relación. La primera definidora de cada grupo está relacionada con la estructura o el fenómeno de la transformación de la materia. La distancia semántica entre los conceptos de estos grupos como puede observarse en las tablas 2ª a 2e, es cercana en los dos primeros o hasta el tercer concepto, pero posteriormente se aleja considerablemente de los demás indicando una relación relativa con respecto al concepto central.

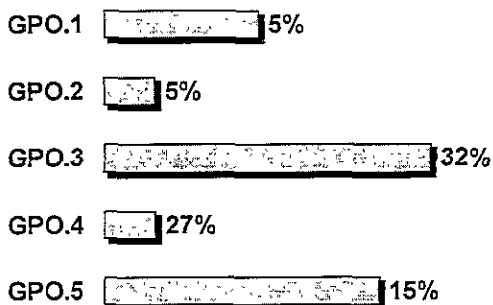
Para demostrar la afirmación anterior, en los postest, las definidoras secundarias fueron más compactas (ver valores **G** en la gráfica 6) lo cual establece que a pesar de que el tipo de organización de la información aún es simple, presenta estructura más compacta y menos dispersa de los conceptos es decir la densidad de las definidoras es menor. ( compare los valores **G** de los pretest y postest en la gráfica 6).



*Gráfica No. 6.- Estructura «G» de la organización conceptual obtenida en los grupos antes y después de la instrucción*

Los valores Q que indican el acuerdo entre los conceptos definidos por los alumnos antes y después de la instrucción, muestran que: el grupo 3 obtuvo el mayor consenso (32%), lo que indica una pobre transformación conceptual después de la instrucción; seguido de los grupos 5 y 1 (27 y 15%).

Aunque puede decirse que, en los dos últimos grupos, se observan ya cambios que son necesarios de analizar cualitativamente para determinar su naturaleza, el giro más significativo entre los conceptos, se encontró en los grupos 4 y 2, (5% cada uno) en cuyos casos podemos decir que la instrucción les permitió cambiar considerablemente su red conceptual sobre los conceptos centrales. (ver la gráfica 7)



*Gráfica No. 7.- Valores «Q» o consenso grupal entre las definidoras obtenidas en los pretest de los grupos*

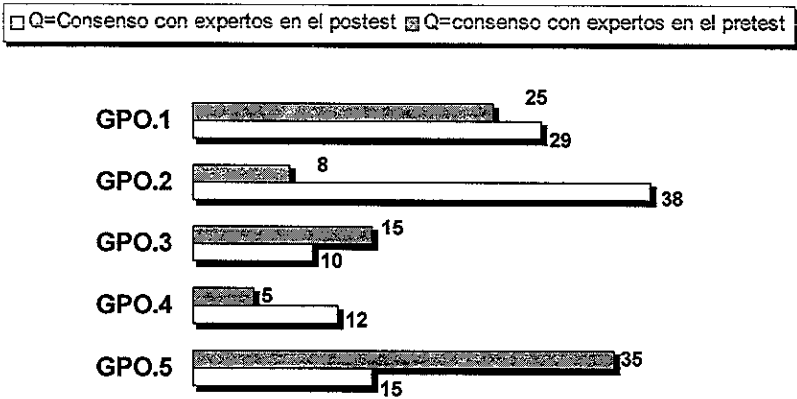
En otro sentido, los valores de consenso (Q) con relación a los expertos, antes de la instrucción, nos indican que el grupo 1 tuvo mayor acuerdo sobre los conceptos relacionados con química que los expertos enuncian como importantes para formar la red conceptual más significativa (25%). Enseguida se observaron los grupos 5 y 3 (15% cada uno) y, por último, el grupo 2 y 4 con un insignificante consenso (8 y 5% respectivamente).

Sin embargo después de la instrucción los porcentajes nos indican que el mayor acuerdo entre los alumnos y expertos se registra en el grupo 2 y 5 (38% y 35%) es decir, la transformación conceptual que lograron a través de la instrucción, esta inclinada a parecerse más a la de los expertos.

En el caso del grupo 1 (29%), es notorio comprobar que los cambios realizados, aunque pocos, dada la diferencia obtenida con respecto al pretest, estuvieron encaminados a reforzar y mejorar el parecido con la red del experto.

Por último, la Q del grupo 3 (10%), señala que existe poco acuerdo con la red del experto, lo cual, al compararlo con el porcentaje obtenido en la Q obtenida entre el pretest y postest (32%) revela que aún cuando existieron muchos cambios en la representación conceptual de los alumnos, está diversificó su semejanza que se esperaba con respecto a la representación del experto.

Aunque el grupo 3 descendió su porcentaje consensual con respecto a los expertos a diferencia de los demás, que aumentaron la avenencia entre las definidoras generadas, se nota que existe una transformación conceptual entre lo que los alumnos pensaban y lo que pensaron después de la instrucción. Sobretudo en el caso del grupo 1, cuya diferencia entre los porcentajes obtenidos es mínima. (ver gráfica 8)



**Gráfica No. 8.-** Valores «Q» o consenso grupal entre las definidoras obtenidas en los grupos y las aportadas por los expertos

#### 4.8.3 Análisis de la encuesta de opinión.

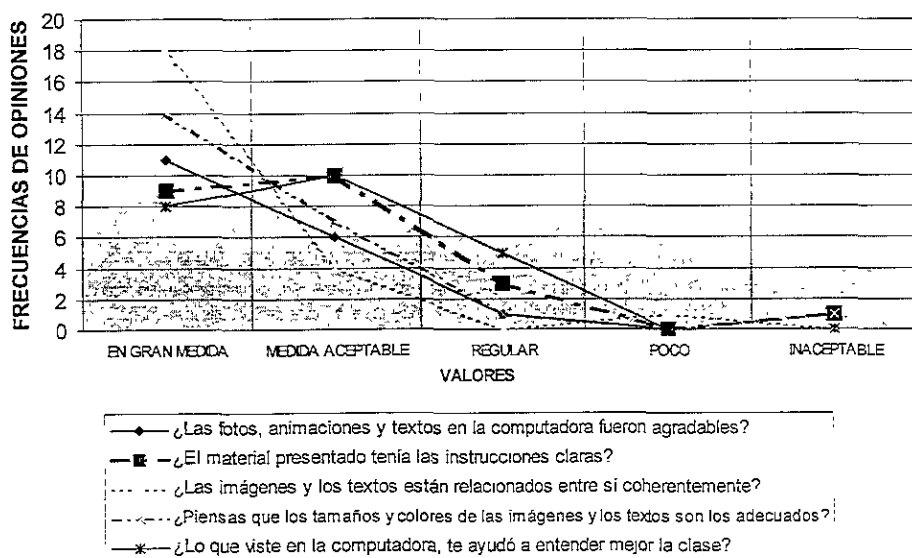
Otra de las estrategias de evaluación escogidas para evaluar el software fue la aplicación a los alumnos de una encuesta de opinión para identificar su percepción sobre el uso de la computadora y sobre sus componentes. Para tal caso se utilizaron las categorías de Baker y King, (1993, op.cit. ) que fueron descritas en la segunda parte de este documento como guías para hacer una encuesta y se buscaron algunos otros aspectos relevantes para percatarse de la percepción que los alumnos tuvieron al interactuar con la computadora.



De las quince categorías que Baker y King proponen y de los aspectos sobre el trabajo colectivo e individual de los alumnos así como con la ayuda de los maestros, se redactaron 18 preguntas cerradas a las cuales, los alumnos deberían contestar seleccionando del continuo de respuestas: en gran medida, medida aceptable, regular, poco e inaceptable, la contestación que representara su opinión sobre el uso que habían hecho de la computadora. Así mismo se presentaron 2 preguntas abiertas para que expresaran su opinión sobre lo que consideraban estuvo bien o mal en la presentación del software.

Las preguntas fueron agrupadas por temas relacionados al impacto que la computadora causó en el encuestado.

Las cinco primeras preguntas se refieren al impacto que la mezcla multimedia hizo en los alumnos y si, en su opinión, esta y la interrelación de los medios utilizados apoyaron las metas educativas. Por otro lado también se refieren a la calidad que los alumnos percibieron en cuanto a la interacción sostenida con el software usado y del fin-usuario interfase, así como del modo y estilo de la interacción. Los resultados obtenidos en este primer bloque de preguntas se muestran en la gráfica 9.

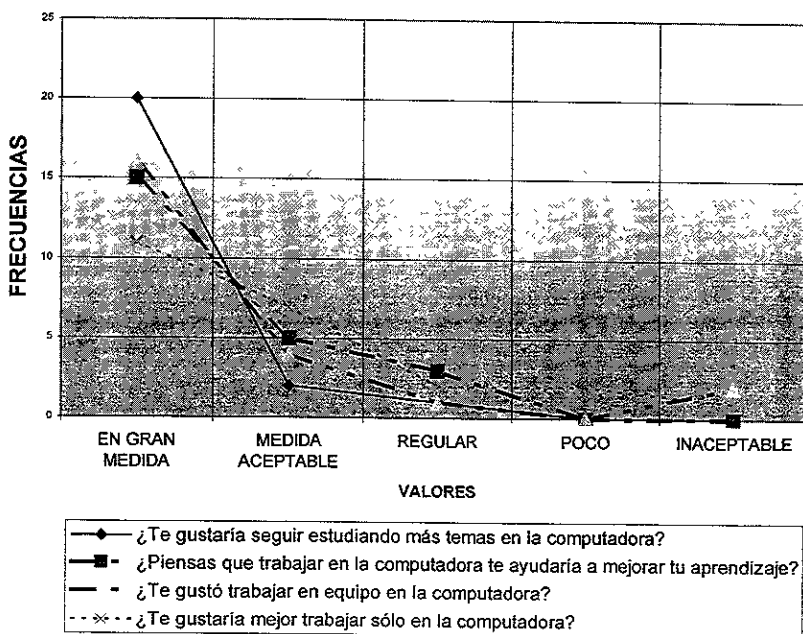


Gráfica 9.- Preguntas sobre la presentación de las pantallas en la computadora.

Estos datos indican que la mayor parte de los alumnos considera, como lo más destacado, la relación coherente entre las imágenes y los textos y como segunda opción los tamaños y colores; un poco más del 50% de los alumnos considera agradable las fotos, animaciones y textos presentados pero un poco menos de este porcentaje considera que las instrucciones fueron claras y les ayudó a entender el tema.

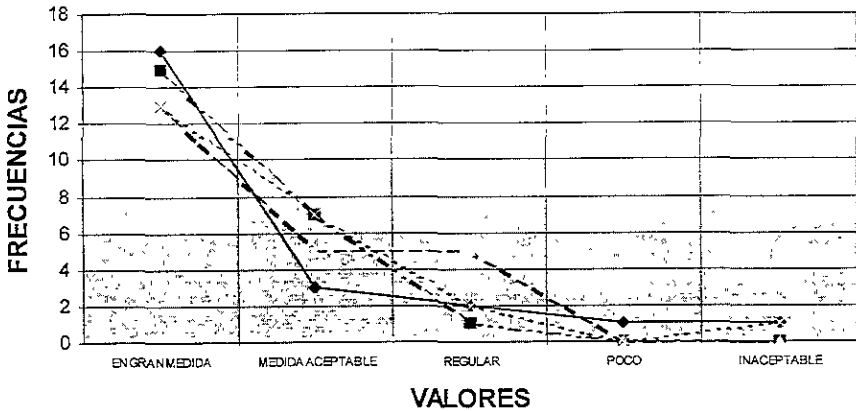
La gráfica No.10 muestra la opinión de los alumnos con respecto a la interactividad que tuvieron con la maquina y, por otro lado, si a los usuarios les fue fácil o difícil adaptarse al trabajo con la misma. Observamos en la gráfica que más del 50% de los alumnos les gustaría en gran medida seguir utilizando la computadora, lo cual implica que estos están muy involucrados con la herramienta y demuestra la confianza que estos tienen en cuanto a las posibilidades de la maquina para apoyarlos en su aprendizaje. En paralelo, se observa también que el trabajo colectivo fue del agrado de los alumnos por encima del trabajo que solo requería su participación individual.

La siguiente gráfica demuestra lo que los alumnos piensan con respecto a su evolución en la comprensión del tema y sobre la función de la computadora como herramienta "inteligente" que les apoya en la construcción de su aprendizaje. También se observa el apoyo que los alumnos tuvieron para lograr el trabajo colectivamente.



*Gráfica No.10.- Preguntas de la encuesta de opinión que se refieren a la forma de trabajo en el salón de clases.*

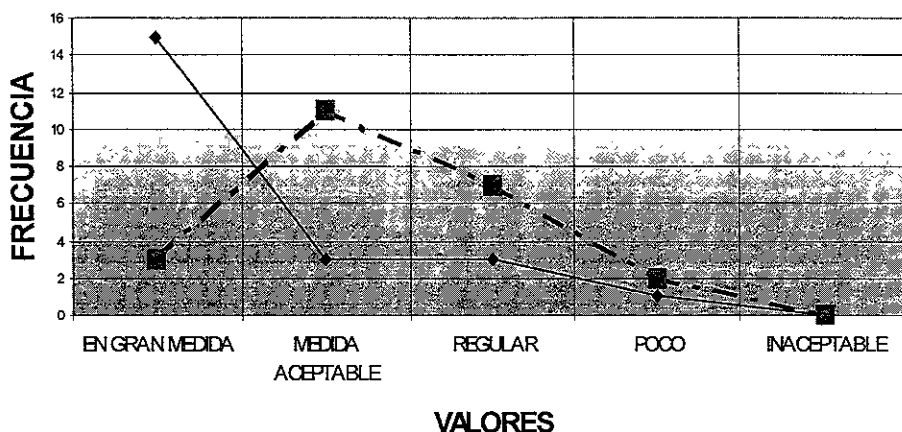
En esta gráfica se define la percepción de los alumnos con respecto a la interacción con la computadora, la cual, de acuerdo a la opinión de los estudiantes, promovió en alto grado el trabajo en equipo. Aunque en desigual medida, los usuarios consideraron que la computadora les aportó apoyo a sus esfuerzos por entender el tema y además aportó un medio para identificar claramente sus progresos cognitivos. (ver gráfica 11).



- ¿Tuviste buena retroalimentación del maestro cuando la necesitaste?
- ¿Los experimentos y textos estaban relacionados con el programa de estudios?
- - - ¿La información que venía en los textos te ayudó a entender el tema?
- ...x... ¿El programa en la computadora te hizo reflexionar sobre lo que sabes o no sabes sobre el tema?

**Gráfica 11.-** Preguntas de la encuesta de opinión que reflejan la percepción de los alumnos sobre la actuación del profesor y sobre la organización del contenido en la computadora y como apoyo para su aprendizaje.

Para identificar la percepción de los alumnos con respecto a la facilidad o dificultades encontradas para utilizar la computadora se realizaron las dos preguntas que se ilustran en la gráfica No.12. En esta se puede observar que los alumnos sintieron que fue fácil manejar los objetos presentados en las pantallas y resolver los ejercicios presentados en el diseño instruccional, aunque la mayoría (por arriba del 90% de los alumnos) encuentra cierta dificultad puesto que califica su estructura como aceptable.

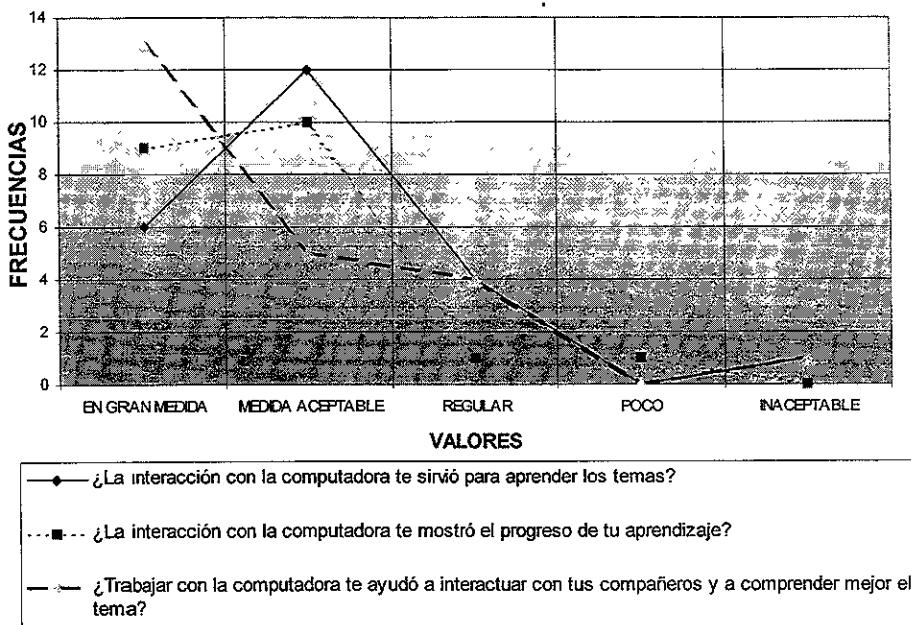


—◆— ¿Sientes que fue fácil seleccionar la forma de manejar la computadora?  
 —■— ¿Te costó trabajo contestar las preguntas que había en los textos?

**Gráfica 12.-** Preguntas de la encuesta de opinión referidas al manejo de la información que los alumnos deben hacer en la computadora.

Por último, en la gráfica No.13 se ilustra la percepción de los alumnos con respecto al proceso de retroalimentación que obtuvieron los alumnos al interactuar con la máquina y con su maestro y del cual expresan que todos los elementos que conformaron el diseño instruccional fueron altamente promotores de la construcción del conocimiento porque propiciaron el intercambio de ideas y la elaboración y reestructuración del mismo al interactuar con la computadora y su maestra.

Por otro lado también es evidente que el trabajo de colaboración estimuló el gusto de los alumnos por trabajar en equipo y que reconocen que la computadora apoya esta relación productiva. En general podemos decir que a los alumnos les agrada en gran medida trabajar con las computadoras ya sea, solos o en compañía y que la consideran una herramienta útil y atrayente para mejorar sus conocimientos. Sin embargo en una conversación posterior a la aplicación de la encuesta sobre la pregunta ¿Qué piensas que le faltaría al software o que sugerirías que se le adicionara para mejorarlo? Los alumnos contestaron en su mayoría que les gustaría una parte donde trabajaran individualmente y que tuvieran la oportunidad de interactuar con la computadora en alguna competencia. Después de la primera pregunta se les cuestionó porqué esta sugerencia y la mayoría contestaron que esa parte les proporcionaría «diversión» semejante a la de los juegos en computadora o de vídeo.



**Gráfica 13.-** Preguntas de la encuesta de opinión que muestran la percepción de los alumnos sobre la dinámica dentro del salón de clases y la interacción con la computadora.

En general podemos decir que a los alumnos les agrada en gran medida trabajar con las computadoras ya sea, solos o en compañía y que la consideran una herramienta útil y atrayente para mejorar sus conocimientos. Sin embargo en una conversación posterior a la aplicación de la encuesta sobre la pregunta ¿Qué piensas que le faltaría al software o que sugerirías que se le adicionara para mejorarlo? Los alumnos contestaron en su mayoría que les gustaría que les gustaría una parte donde trabajaran individualmente que tuvieran la oportunidad de interactuar con la computadora en alguna competencia. Después de la primera pregunta se les cuestionó porqué esta sugerencia y la mayoría contestaron que esa parte les proporcionaría «diversión» semejante a la de los juegos en computadora o de vídeo. Las respuestas anteriores dejan claro que aún cuando el uso de la computadora en la escuela les entusiasma y motiva a los alumnos, todavía no tiene la conciencia de que un software educativo es diferente a un software para jugar y, en otro sentido, es una advertencia para los diseñadores para que se incluya en cualquier programa para enseñar una parte que evalúe los logros individualmente con el objeto de mantener el interés de los alumnos, sobretodo si se pretende incluir el software permanentemente en la currícula escolar. En el siguiente capítulo de este documento se describen las conclusiones sobre el experimento que motivó este estudio.

## 5. CONCLUSIONES.

### 5.1 Conclusiones sobre el diseño instruccional desarrollado.

Las conclusiones y recomendaciones a las que se llegaron después de delinear y evaluar el diseño instruccional aplicado a los alumnos de bachillerato, estudiantes del área de química, se discuten a continuación:

- El programa desarrollado y puesto a prueba en la investigación es original por las siguientes razones:
  - a) Porque conceptualizó una idea para la enseñanza de la química diferente a la tradicional y ecológicamente válida para ser aplicada ya que, pudo ser implementada sin alterar las rutinas propias de los contextos escolares, cuyos maestros y comunidad en general son muy resistentes a permitir la intervención de innovaciones en la cultura organizacional de las escuelas (aculturación).

La propuesta se entendió como un modelo que integró el sistema informal y formal de adquirir el conocimiento, dándole dirección y sentido a la construcción azarosa de la realidad en el aprendizaje, dando tal flexibilidad a las secuencias didácticas organizadas en el aprendizaje formal, que permitió al alumno realizar ejercicios de reflexión y cuestionamiento. (Rigo, Op.Cit., 1996)

- b) Porque fue concebida para que sus estrategias funcionaran a partir de las ideas previas de los alumnos y atendiendo la naturaleza de la materia (química) más que de las necesidades del profesor o del programa de estudios.

Este planteamiento partió de las propuestas de los estudiosos del cambio conceptual cuyas investigaciones demostraron que es importante encontrar el sentido y lógica de la organización interna del conocimiento de cada alumno y a partir de ello, reconstruir consensualmente, a través de un proceso analógico y de un diálogo intenso con el maestro y otros compañeros, la red de relaciones conceptuales y las nuevas propuestas hipotéticas de explicación de la realidad.

- c) Se logró obtener un diseño instruccional adecuado para promover el cambio conceptual esperado en los alumnos más que la acumulación de

conocimientos repetitivos y memorísticos sin un sentido lógico en la comprensión de los alumnos; cuyo producto fue medido de forma cuantitativa y cualitativa en ambas fases, experimental y aplicada y puede ser evaluado por el profesor de forma fácil durante la cotidiana vida escolar.

✦ En el estudio se mostró cómo el método de evaluación experimental permitió evidenciar los errores conceptuales de los alumnos y logró que, de manera intuitiva, ellos mismos se dieran cuenta de tales errores.

Como consecuencia, los profesores pueden basarse en esta información del estado cognitivo actual de los estudiantes para decidir como planear y poner en juego diferentes estrategias que lleguen a un arreglo cognitivo satisfactorio para todos.

d) Porque proporcionó a los alumnos otras formas de expresión oral y escrita para manifestar sus pensamientos, en forma ordenada y gráfica, con apoyo de herramientas técnicas y tecnológicas.

Tal es el caso de la técnica de redes y mapas conceptuales y la inclusión de la computadora como herramienta cognitiva utilizando una mezcla multimedia, donde se pueden visualizar gráficamente los fenómenos, escribir, reelaborar sus textos y obtener un producto rápidamente mensurable de su trabajo y,

e) Porque el uso de la computadora, pudo ser incluido en la vida diaria del escolar como parte de la secuencia didáctica y como un apoyo para la evolución cognitiva de los alumnos más que como una máquina cuyo funcionamiento debe ser aprendido como un contenido programático más.

Los resultados del estudio permiten afirmar que los alumnos tienen un apoyo importante para mejorar su estructura conceptual cuantitativa y cualitativamente. Esto es si se diseñan ambientes de aprendizaje similares a los dispuestos en el estudio porque dan respuesta a las características de desarrollo de los estudiantes y se adecua y saca provecho a las condiciones ambientales del contexto escolar. En otro sentido los resultados se obtuvieron también porque se utiliza de manera más provechosa las posibilidades de los multimedia en el diseño instruccional.

Así mismo, los profesores pueden tener un apoyo sustancial en la computadora cuando esta se transforma en una herramienta cognitiva como la define Lajoie y Derry, (Op.Cit., 1993) porque, el docente, logra engazar con mucha facilidad los procesos de construcción del alumno con el saber colectivo culturalmente organizado y orientar explícita y deliberadamente dicha actividad.

Es el caso del diseño elaborado que puso en acción los procesos de control (regulación, metacognición, etc.) con acciones de recuperación que establece el conte-

nido en la memoria a largo plazo.

Los profesores con una formación constructivista y apoyo de la computadora, comparativamente con los profesores con un perfil profesional tradicional, obtienen las condiciones propicias para poner en práctica sus creencias pedagógicas lo cual promueve el aprendizaje de los alumnos, el cambio conceptual esperado y la mejor garantía de que este aprendizaje es significativo.

En otro sentido, pueden manejar la dinámica dentro del salón de clases bajo la modalidad del aprendizaje cooperativo con la seguridad de que sus alumnos no sólo están obteniendo información sino que están reestructurando los esquemas mentales que ya tienen formados hacia redes más complejas, ricas en conceptos y con mayor comprensión de sus significados.

También tienen la posibilidad de tener más control en la calidad del trabajo por equipo ya que las instrucciones diseñadas capturan la atención y motivación de los alumnos.

El experimento hizo evidente que es factible diseñar ambientes de aprendizaje tomando en cuenta las características de la escuela sin alterar su rutina diaria. Es laborioso y de gestión difícil ya que fue necesario obtener permisos y aumentar horarios y adaptarse a las condiciones de la infraestructura dada la separación del salón de clases normal y el laboratorio de informática, pero al final la cooperación de los maestros, alumnos y autoridades posibilitó la conclusión del experimento.

### **Limitaciones.**

Dado que es un diseño lineal escapa a las expectativas sociales de los alumnos. Sería importante introducir una sección que implica un mayor reto para los alumnos donde se ponga a prueba su capacidad de recordar el conocimiento a corto plazo.

De acuerdo a los resultados obtenidos, también podemos inferir que el diseño tiene su mayor grado de efectividad cuando cuenta con un ambiente y un profesor orientados los principios constructivistas del aprendizaje. Es decir, el diseño sólo puede promover la autonomía cognitiva cuando es utilizada bajo una perspectiva cognoscitivista del aprendizaje dirigida por un profesor que planea, dirige y evalúe su quehacer pedagógico entendiendo dicho enfoque psicopedagógico.

El software utilizado individualmente sólo logra obtener que el alumno obtenga información, pero la reconstrucción mental y el cambio conceptual esperado se obtienen cuando se intercambian ideas y discuten los cuestionamientos encontrados en el diseño con los demás compañeros y el profesor.



## **5.2 Conclusiones derivadas de la evaluación y los datos obtenidos del experimento.**

- La organización experimental proporcionó un apoyo eficaz para medir los alcances de la computadora sobre el aprendizaje de los alumnos, su estructura brinda un modelo que establece concretamente las formas de evaluación para el proceso de organización cognitiva. En cada etapa del modelo experimental propone una forma de control sencilla que permite al maestro identificar los progresos del alumno porque:
  - a) Puede controlar la interacción del alumno con la máquina cuando los alumnos deben escribir sus respuestas, exponer y discutir sus ideas con el maestro o con sus demás compañeros. Los archivos, que posteriormente se imprimen son un historial de la evolución cognitiva que los alumnos van logrando.
  - b) Los mapas y examen de conocimientos, no sólo son una forma de evaluación experimental sino que proporcionan también un indicador tanto para el maestro como para el alumno, de cómo se encuentran su red de relaciones conceptuales y si su acervo ha aumentado, disminuido, cambiado; adecuada o inadecuadamente.
  - c) Le permite a los alumnos llegar a un grado de autonomía cognitiva que se refleja cada vez más en una confianza mayor por explicarse el fenómeno por sí mismos.

La importancia que reviste la enseñanza con apoyo de la computadora exigió que se concibiera el plan para diseñar la instrucción de los conceptos de elementos, compuestos y mezclas con la intención de formar parte de la organización escolar propiciando la relación cooperativa entre los alumnos y entre el profesor y los alumnos.

Se pudo constatar que dadas las circunstancias con las que se ejecutó la validación del software se puede obtener un avance considerable en el cúmulo de conceptos y la organización conceptual de los conocimientos que los alumnos que cuentan con este recurso alcanzan, a diferencia de los alumnos que no cuentan con ello.

El software proporcionó ganancias porque fue entendido como un proceso dinámico en el que son importantes la formación del maestro, los alumnos y su actividad constructiva del conocimiento. También forman una parte fundamental del proceso la mezcla multimedia escogida y la secuenciación didáctica elaborada bajo parámetros de la psicopedagogía constructivista.

En particular la mezcla multimedia, que se utilizó de acuerdo a las posibilidades escolares, fue evidencia clara que aún cuando sean pocos los medios utilizados el impacto provocado en los alumnos y la estructura y funcionalidad de la computadora por sí misma es un motivante para involucrarse en los esfuerzos por lograr el cambio conceptual.

Otra conclusión sobre la eficiencia y efectividad en el trabajo de diseño, planeación y consecución del software es que estas facetas no pueden llevarse a buen fin sin la intervención de los expertos necesarios.

Es indispensable el diseñador instruccional para estructurar la algoritmización del conocimiento lo cual involucraría a un psicopedagogo y a un experto del conocimiento que tenga experiencia en docencia. Es indispensable el diseñador gráfico con conocimientos en computación para que realice las animaciones, integre los gráficos y fotografías necesarias. También se necesita a un experto en lenguajes de programación para integrar todo el material necesario en el software.

De acuerdo a los resultados de las evaluaciones aplicadas, las ganancias cuantitativas son sustanciosas y bajo las condiciones propuestas existieron diferencias significativas entre los grupos. Sin embargo, se considera que es necesario hacer ciertas modificaciones para que estas ganancias superen de nivel ya que con relación a las pruebas de conocimiento el grupo que más puntaje obtuvo (grupo experimental) a pesar del apoyo de la computadora apenas logró rebasar por arriba del 50% el puntaje total que la prueba requería.

En cuanto a los resultados cualitativos, fue evidente que existió una transformación conceptual de los alumnos que trabajaron con la computadora mucho más sustancial que la de los demás grupos, resultados que pudieron ser constatados en la comparación de las redes semánticas que hicieron.

Después del diseño puesto a prueba y los datos obtenidos se puede afirmar que la computadora es una herramienta poderosa para promover transformaciones conceptuales en los alumnos y apoyar aprendizajes que resulten significativos. En cuanto a la mezcla multimedia, puede afirmarse que lo más importante es que tenga una intención pedagógica y una organización ambiental constructivista porque ésta por sí misma es un estímulo y un reto para los alumnos, como se constata en las opiniones de los mismos, y además porque aumenta la riqueza de las condiciones ambientales para estimular el esfuerzo cognitivo por todos los medios de estimulación existentes.

La computadora ofrece un método sutil y sensible para propiciar el cambio de papeles, tanto del alumno como del maestro porque les obliga a ser exclusivamente directores del esfuerzo cognitivo de los alumnos y propicia que éstos retomen su responsabilidad sobre el proceso de su propio aprendizaje.

En otro sentido es una herramienta con una riqueza de oportunidades para buscar información y sobre todo para procesarla, estimula por medios visuales, auditivos y quinestésicos el desarrollo del potencial que los alumnos tengan en su inteligencia. El uso de la computadora en ambientes de aprendizaje con un software diseñado exclusivamente para desarrollar algún contenido le brinda a los maestros y a las escuelas la oportunidad de enriquecer su función y su acervo en tiempos cortos y en cantidades infinitas y ajustándose a las necesidades y ritmos individuales o colectivos del aprendizaje.

### **Limitaciones**

Las limitaciones encontradas en la elaboración, aplicación y evaluación del software están relacionadas directamente con tres aspectos fundamentales:

- a) Las que se refieren a los **costos de producción** que si bien es solvente si se realiza institucionalmente, para el maestro individualmente sería imposible costearlo. Requeriría de la ayuda para poder costear su producción, por lo tanto este debe contar con mayores recursos.
- b) Los que se refieren a **los aspectos técnicos**, es decir la organización e integración del equipo interdisciplinario, la organización e integración de los contenidos y medios que se van a utilizar, la conciliación de las condiciones ambientales de la escuela y las necesidades para poder aplicar el experimento, la organización y aplicación del software en los grupos, cuyos maestros y alumnos deben ser sensibilizados hacia las condiciones del trabajo.
- c) Las que se refieren a la selección de los medios que serán utilizados que por estar supeditada a la infraestructura que la escuela puede ofrecer, limita considerablemente la riqueza de la mezcla multimedia.
- d) Las que se refieren a la carencia de una parte más interactiva y evaluativa en forma individual que promueva la autocompetitividad y que resulte más atractiva y desafiante para el alumno.

Finalmente, resta señalar que la utilización de nuevas tecnologías en el campo de la educación trae consigo la necesidad de transformar los ambientes de trabajo, las formas de actuación y las actitudes hacia la forma de abordar la realidad. La propuesta expuesta en este estudio mostró que la adaptación de estos procesos al ámbito natural escolar es posible a la luz de un modelo que conjuga los saberes de la investigación de la estructura cognitiva, simbólica y conexionista y que le proporciona al psicólogo educativo herramientas útiles para combatir las resistencias del ámbito educativo tradicional.

## BIBLIOGRAFIA

- Alvarez, M., García, B., Díaz de León, S., Jiménez, S., Evangelista, A., (1993, octubre), La representación de conceptos Físicos en estudiantes de bachillerato a través del modelo de redes semánticas naturales. Ponencia presentada en el simposio Preconcepciones y Representación del conocimiento de la III Reunión Nacional y II Internacional de Pensamiento y lenguaje.
- Anderson, A. y Draper, S. (1991) An introduction to measuring and understanding the learning process, Computer education, Vol.17, No.1, pp.1-11.
- Aranguren J., (1967) La comunicación Humana. Mc Graw-Hill Ediciones Guadarrama. Madrid. pp.158-180.
- Banathy, B. (1996) Conversation in social systems design. Educational technology, January-february.
- Barker, P. y King, T., (1993), Evaluating interactive multimedia courseware-a methodology. Computers Education, 21(4) 307-319.
- Barroso, F., López, L., Miguel del Corral, M., Valenciano, C., Cervelló, J. Y Monzón, C., (1993) Ideas de los alumnos sobre aspectos básicos de química. Enseñanza de las ciencias. Número extra, IV Congreso.
- Batllo, A. Y Bañuelos, A. (1993) Química. Materias con alto índice de reprobación. En Serie: sobre la Universidad No.22, CISE.
- Bello, S. Y Guevara, M. (1993) La química como asignatura propedéutica. En Serie: sobre la Universidad No.22, CISE.
- Benítez, H., Galicia, E. y Jiménez, S. (1998) Una propuesta de enlace educación empresa por parte de las ciencias sociales hacia el siglo XXI. Trabajo presentado en el 1er. Encuentro de las ciencias sociales, IPN
- Ben-Zvi, R., Eylon, B. y Silberstein, J. (1986) Is an atom of Copper malleable? Journal Quimichal Education, No.63 (1), 64-67.
- Bestougeff, H. y Fargette, J. (1986) Enseñanza y computadoras, España:Gedisa.
- Braden, R. (1996) The case for linear instructional design and development: a comentary on models, challenges, and myths. Educational technology, march-april.
- Carey, S. (1985), Conceptual changes in chilhood. Cambridge, MA: Mit Press.
- Carrillo, L., Martínez, A. Y Rojano, S., (1993) Programa de apoyo a los alumnos no acreditados en Química I en el Colegio de Ciencias y Humanidades En Serie: sobre la Universidad No.22, CISE.
- Castañeda, M. y Acuña, C. (1996), Diseño instruccional: Métodos de representación del conocimiento. Perfiles educativos. No.72, pags. 24-60.

**Castañeda, S. Y López, M.** (1989) 1.1 Psicología del aprendizaje escolar. En: Castañeda, S. Y López, M. (1989) La psicología cognoscitiva del aprendizaje Aprendiendo a aprender. Edit. UNAM, (pags. 25-30).

**Champagne, A., Klopfer, L. Y Gunstone, R.** (1982) Cognitive research and the design of science instruction. Educ. Psychologist, 17, 31-35.

**Coll, C. y Miras, M.**, (1993) Características individuales y condiciones de aprendizaje: la búsqueda de interacciones. En: Coll, C., Palacios, J. Y Marchesi, A. Desarrollo Psicológico de la Educación. II Psicología de la Educación. Edit. Alianza. Cap. 21.

**Collins, A.M. y Quillian, M.R.** (1969) Retrieval time from semantic memory. Journal of verbal learning and verbal behavior. 8 240-247.

**Dede, C.**, (september-october 1995) The evolution of constructivist learning environments: immersion in distributed, virtual worlds. Educational Technology. 46-52.

**De la Sierra, T.**, (1991) Seminario: Cambio estructural y modernización educativa Ed UPN-UAM-COMECSO.

**Draper, S., Driver, R., Hartley, R., Hennessy, S., Mallen, C., Mohamed, C., O'Malley, C., Shea, T., Scanlon, E. y Twigger, D.**, (1991) Design considerations in a project on conceptual change in science. Computer education, 17(1) 37-40.

**Driver, R. Guesne, E. y Tíbeghien, A.** (1989). Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid Morata.

**Driver, R.** (1986) Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. Enseñanza de las ciencias, 4 (1), 3-15

**Driver, R.** (1991) Theory into the practice II: A constructivist approach to curriculum development. En: P. Fensham (ed.) Development and dilemmas in science education, N. York: Falmer Press.

**Driver, R. y Erickson, G.**, (1983) Theories in action: some Theoretical and empirical issues in the study of student's conceptual frameworks in science. Studies in science education. 10 37-60.

**Fensham, P.** (1991) Development and dilemmas in science education. London the Falmer Press.

**Ferro, V.R. y Gonzalez-Jonte R.H.**, (1995) El modelo didáctico de la formación de un cuadro químico del mundo de los estudiantes. Un vía para el cambio conceptual. Enseñanza de las ciencias, 13(2), pags. 171-177.

**Ferro, V.R., Gonzalez-Jonte R.H. y Cruz, Z.** (1995) Una reflexión curricular sobre la enseñanza de la estructura de la sustancia en la formación de profesores de química. Enseñanza de las ciencias, 13(3), pags. 371-377.

**Figueroa, J., Carrasco, M., Sarmiento, C., Bravo, P. y Acosta, M.** (1982, Julio). La teoría de las redes semánticas y su contribución a la enseñanza. Trabajo presentado en el III Congreso Mexicano de Psicología, México, D.F.

- Figueroa, J., González E. y Solís, V., (1974),** An approach to the problem of meaning; semantic network. Journal of psycholinguistic research, 5(2) 105-115.
- Figueroa, J., Solís, V., y González, E. (1974)** The possible influence of imagery upon retrieval and representation in LTM. Acta Psicológica, 38, 423-428
- Figueroa, J., (1980)** Sobre la teoría general de redes semánticas. Manuscrito inédito.
- Fisher, K. M. (1990)** Semantic networking: the new kid on the block. Journal of Research in Science Teaching.
- Freeman, D., (1990)** Multimedia learning: the classroom experience. Computer Education. 15 189-194.
- Furió, C., (1986)** Metodologías utilizadas en la detección de dificultades y esquemas conceptuales en la enseñanza de la química. Enseñanza de las ciencias. 4 73-77.
- Furió, C. Iturbide, J. Y Reyes, J. (1993),** Contribuciones a una propuesta constructivista de enseñanza-aprendizaje de las ciencias como investigación. Enseñanza de las ciencias, número extra.
- Galvis, A., (1992),** Ingeniería de software educativo, Ediciones Uniandes, Universidad de los Andes de Bogotá Colombia.
- García, B., (1995, Octubre)** Las teorías personales de los estudiantes sobre la ciencia: una propuesta metodológica. Ponencia presentada en la Mesa redonda Magistral "Metodología y tecnología para la investigación en la psicología contemporánea" en el III Congreso al encuentro de la psicología mexicana.
- García, B y Villanueva, L., (1998)** Comunidades de aprendizaje: algunas ideas introductorias. Trabajo presentado en el 1er. Coloquio de comunidades de aprendizaje: un reto para la Universidad del siglo XXI. UNAM.
- Gómez, J., Smith, M. y Valle, A., (1990)** Formación profesional y calidad de la educación. Perfiles educativos. CISE, Vol.47 y 48.
- Gottdiener, M., Jiménez, C., Pineda, S., Rueda, C. y Sánchez, A. (agosto 1996)** la problemática del rezago escolar. En: Desde el sur. Humanismo y ciencia. (Revista del CCH plantel sur) Año 2, No.5.
- Hawkins, J. y Pea, R., (1987)** Tools for bridging the cultures of everyday and scientific thinking. Journal of research in science teaching. Vol. 24(4), 291-307.
- Haladyna, T. y Shaughnessy, J. (1982)** Attitude toward science: a quantitative synthesis. Science Education. 66 (4), 547-563.
- Haladyna, T., Olsen, R. y Shaughnessy, J. (1983)** Correlates of class attitude toward science. Journal of Research in science teaching 20 (4) 311-324.
- Herrera, A., (1994)** La estrategia científica y tecnológica. En Herrera, A. y otros, Las nuevas tecnologías y el futuro de América Latina. Ed. S. XXI.

Hollander, E., (1982) Principios y métodos de la psicología social Amorrortu Editores Buenos Aires. pag. 124.

Hewson P.W. y A Beckett Hewson M.G. (1984) The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction Instructional Science. May 13 (1).

Hewson, M.G. (1988) The ecological context of Knowledge. implications for learning science in developing countries. Curriculum studies 20 (4) 317-326.

Howe, C., (1991) Explanatory concepts in physics: towards a principled evaluation of teaching materials. Computers education, 17(1) 73-80.

Isaacs, W., (1996) The process and potencial of dialogue in social change. Educational Technology, January-february.

Jay, T., (1982, Junio) The future of educational technology. Educational Technology. 22(6), 21-23.

Jenlink, P. Y Carr, A (1996) Conversation a medium for change in education. Educational Technology, January-february.

Jonassen, D., (July-August 1995) Supporting communities of learners with technology with learning in schools. Educational Technology 60-63.

Johnstone, A.H. y Moynihan, T.F. (1985) The relationship between performances in word association and achievement in chemistry European Journal of science education, 7(1), 57-66

Johnson Laird, P. Norman, D., (1987) Perspectivas de la ciencia coonitiva. Barcelona, Paidós

Jones, M., Farquhar, J. y Surry, D., (august, 1995) Using metacognitive theories to design user interfaces for computer-based learning. Educational Technology 12-22.

Kent, R., (1996); Los problemas emergentes de las políticas de educación superior en México, Documento del Departamento de Investigaciones Educativas.

Labinowicks. E., (1989) Introducción a Piaget. Pensamiento - Aprendizaje - Enseñanza Edit. Addison-Wesley Iberoamericana, Fondo Educativo Interamericano.

Laburu, C. (1996) La crítica en la enseñanza de las ciencias: constructivismo y contradicción. Enseñanza de las ciencias. 14(1), 93-101.

Lajoie, S. y Derry, S., (1993) Computers as cognitive tools. lawrence Erlbaum associates, publishers Hillsdale, New Jersey.

Lemke, J., (1990) Talking science: Language. learning. and values. Edit. Ablex publishing corporation norwood, New Jersey.

Lindsay, P. y Norman, D. (1977) Human information processing: An introduction to psychology. New York: Academic Press.

- Llorens, J., De Jaime, Ma. y Llopis, R. (1989), La función del lenguaje en un enfoque constructivista del aprendizaje de las ciencias. Enseñanza de las ciencias, 7(2), 111-119
- Llorens, J. A. Llopis, R. y De Jaime, M. (1987) El uso de la terminología científica en los alumnos que comienzan el estudio de la química en la enseñanza media. Una propuesta metodológica para su análisis. Enseñanza de las ciencias. 5 (1) 33-40
- López Rupérez, E. (1991) Análisis de la influencia de la construcción de mapas conceptuales sobre la estructura cognitiva en estudiantes de física. Enseñanza de las ciencias 9 (2) 135-144.
- Laska J.A., (1984) The relationship between instruction and curriculum: A conceptual clarification. Instructional Science Noviembre, 13 (3) 203-212
- Mahler, S., Hoz, R., Fischl, D., Tov-Ly, E. y Lernau, O. (1991) Didactic use of concept mapping in higher education: applications in medical education. Instructional Science 20 25-47
- Mayer, R. (1978) Mecanismos del pensamiento. Edit. Concepto.
- Mayer, R., Sims, V., (1994) For whom is a picture worth a thousand words? Extensions of a dual-coding theory of multimedia learning. Journal of education psychology. 86(3) 389-401.
- Meyer, J. Y Berguer, M. (1996), The computer-integrated curriculum: the german experience. Computer education, Vol.(27) No.2 pp.129-139.
- Moreno, M., Sastre, G., Bovet, M. Y Leal, A. (1993) Papel de los modelos representacionales en la construcción de conocimientos. Un ejemplo concreto. Enseñanza de las ciencias. Número extra.
- Morrison, D., Collins, A., (september-october 1995) Epistemic fluency and constructivist learning environments. Educational Technology. 39-45.
- Muria, I. (1994) La enseñanza de las estrategias de aprendizaje y las habilidades metacognitivas, Perfiles educativos, No.65.
- Naussbaum, J., y Novik S. (December, 1982) Alternative frameworks, conceptual conflict and accomodation: toward a principled teaching strategy. Instructional science. 11(3) 183-200.
- Novak, J. (1984) Aplicaciones of advances in learning teory and philosophy of science to improvement of chemistry teaching. Journal of chemical education. 61(7), 607-612.
- Novak, J.D. y Gowin, D. B. (1984) Learning how to learn. Cambridge University Press.
- Not, L. (1983) Las pedagogías del conocimiento. Edit. Fondo de Cultura Económica. México,D.F.
- Osborne , J. (1993) Beyond Constructivism. London, Third seminar on misconceptions on science in mathematics. Documento interno
- Ocampo, G., Fabila, J., Juárez, J., Monsalvo, R. Y Ramirez, R. (1994) Fundamentos de química. Enseñanza media superior. Publicaciones cultura.



- Pérez, G. (1972) El aprendizaje escolar: de la didáctica operatoria a la reconstrucción de la cultura en el aula.
- Posada, J. (1993) Las teorías constructivistas y las concepciones de los alumnos hacia una teoría aglutinadora. Enseñanza de las ciencias. Número extra.
- Popper, K. (1991) La lógica de la investigación científica. Edit. rei México.
- Posner, G.J. (1979). Instrumentos para la investigación y desarrollo del curriculum: aportaciones potenciales de la ciencia cognitiva. Revista Perfiles Educativos, México, UNAM, 17-41.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P. W., Gertzog, W. A., (1982) Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. Science Education, 66 (2), 211-227.
- Pozo, J.I.; Gómez Crespo, M.A.; Limón M. y Sanz Serrano, A. (1991). Procesos cognitivos en la ciencia: Las ideas de los adolescentes sobre la química. Madrid. Centro de publicaciones del Ministerio de Educación y ciencia:CIDE
- Pozo, J. (1987) Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal. Aprendizaje Visor España
- Revista Universidad Futura, 1996, Vol. 7(19). Esta revista publicó un análisis sobre PIDE que no tiene un autor específico y de donde se sacaron los datos en cuestión. pp. 94-109
- Reggini, H., (1982) Irrupción de las computadoras en la educación. Revista del Instituto de investigaciones educativas. 8(35) Argentina.
- Resnick, L., (1989), Knowing, learning, and instruction. (Ed) L.Resnick, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey.
- Rigo Lemini, M. 1996, Díaz Barriga, F., García, B., Hernández, G., Muria, I. (1996) Una aproximación constructivista a la enseñanza de las Ciencias Naturales y Sociales, documento Interno, UNAM, pag. 15-16
- Rodríguez, X. (1993) Problemas anteriores y presentes en el aprendizaje de la química. En Serie: sobre la Universidad No.22, CISE.
- Rosenshine, B. (1995) Advances in research on instruction. The journal of educational research. vol. 88(5) may/jun
- Rubio, J., Garcia, M. Y Meza, S. Formación y desarrollo del programa de apoyo a las materias con alto índice de reprobación. En Serie: sobre la Universidad No.22, CISE.
- Ruiz-Primo, M. y Shavelson, R., (1996) Problems and Issues in the Use of concept maps in science assessment, Journal of research in science teaching, Vol.33, No.6, pp. 569-600.
- Sarmiento, C. y García, R. (1995) Las redes semánticas naturales: una propuesta de estrategia instruccional. Documento interno.
- Savery, J. y Duffy, T., (september-october, 1995) Problem based learning: an instructional model and its constructivist framework. Educational Technology. 31-38.

- SchoolNet, Industry Canada Government of Canada, (1996) Vision of learners in the 21<sup>st</sup> century**. Trabajo presentado en el taller en el CIBC Leadership Centre in King City, Ontario y distribuido en el 1er. Coloquio de Comunidades de aprendizaje. Un reto para la Universidad del siglo XXI. UNAM (1998).
- Serrano, T. (1987)** Representaciones de los alumnos en Biología: Estado de la cuestión y problemas para su investigación en el aula. Enseñanza de las ciencias, 5 (3), 181-188.
- Serrano, T y Blanco, A., (1988) Las ideas de los alumnos en el aprendizaje de las ciencias**. Madrid: Narcea, S.A
- Sierra, B. Y Carretero, M. (1993)** Aprendizaje, memoria y procesamiento de la información: la psicología cognitiva de la Instrucción. En. Coll, C., Palacios, J. Y Marchesi, A., (1993) Desarrollo Psicológico de la Educación. II Psicología de la Educación. Edit. Alianza, Cap.8 pags 141-157.
- Sirvent, C., (diciembre, 1979)** La docencia en el ciclo medio superior de la UNAM: La Escuela Nacional Preparatoria y el Colegio de Ciencias y Humanidades. Revista Perfiles Educativos. Número extraordinario.
- Smith, E. E. (1978)**. Theories of semantic memory. En W.K. Estes (De.), Handbook of learning and cognitive processes: Vol. 6 linguistic functions in cognitive theory. Hillsdale, NJ: Earbaum.
- Spoor, T., (1987)** Introduciendo la computadora a las escuelas de México. Revista de computación, 6(5), 45-47.
- Streibel, M. (1989)** Análisis crítico de tres enfoques del uso de la informática en la educación. Revista Educación. No.288 pags. 305-333.
- Suzuki, K., (July,1987)** A short-cycle approach to Cai Development: Three-stage authoring for practioners. Educational Technology. 19-24.
- Tamir, P. (1991)** Factors associated with the relationship between formal, informal, and nonformal science learning. Journal of enviromental education. 34-42.
- Ton de Jong y Ferguson (1986)** Cognitive Structures of good and poor novice problem solves in physics. Journal educational psychology, 78 (4), 279-288.
- Toulmin, S. (1972) Human Understanding** The collective use and evolution of concepts. Vol 1 Princeton, N J. : Princeton University Press.
- Valdés, L., (1995)** Conocimiento es futuro. Ed. CONCAMIN- Centro para la calidad total y la competitividad en México.
- (1992) "Conceptual Change in Science and Science Education." , Science Education. Vol. 76(2): 223-237
- Van Joolingen y Ton Jong, (1992)** Modelling domain knowledge for intelligent simulation learning environments, Computers education, Vol.18, No.1-3, pp.29-37.
- Vosniadou, S. (1994)** Capturing and Modeling the process of conceptual change. Learning and instruction, 4, 45-70

**Vygotsky, L.** (1978) El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Barcelona, Edit.Grijalbo.

**Vitale, B.**, (1994) La integración de la informática en el aula. Aprendizaje visor.

**West, L. y Pines, J.**, (1985) Describing the cognitive structures of learners following instruction in chemistry. En (Eds.) L. West y J. Pines Cognitive structure and conceptual change. Academic Press. 29-50

**Wilson, B.**, (september-october1995) Methapors for instruction: Why we talk about learning environments. Educational Technology. 25-30.

**Wishart, J.**, (1990) Cognitive factors related to user involvement with computers and their effects upon learning from an educational computer game. Computer education. 15(1-3) 145-150.

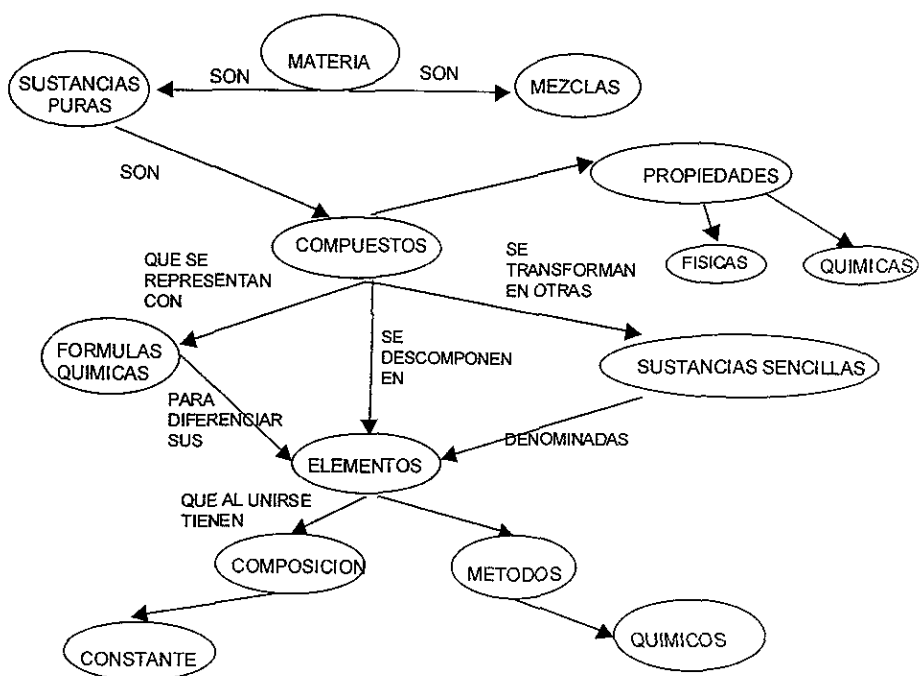
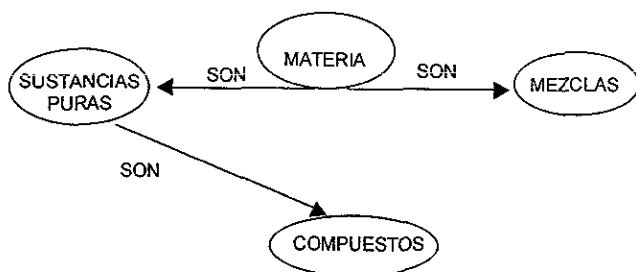
**Wittrock, M.C.** (1989), Procesos de pensamiento de los alumnos. En Wittrock (Ed.) La investigación de la enseñanza. III. Profesores y alumnos. Barcelona: Paidops/MEC.

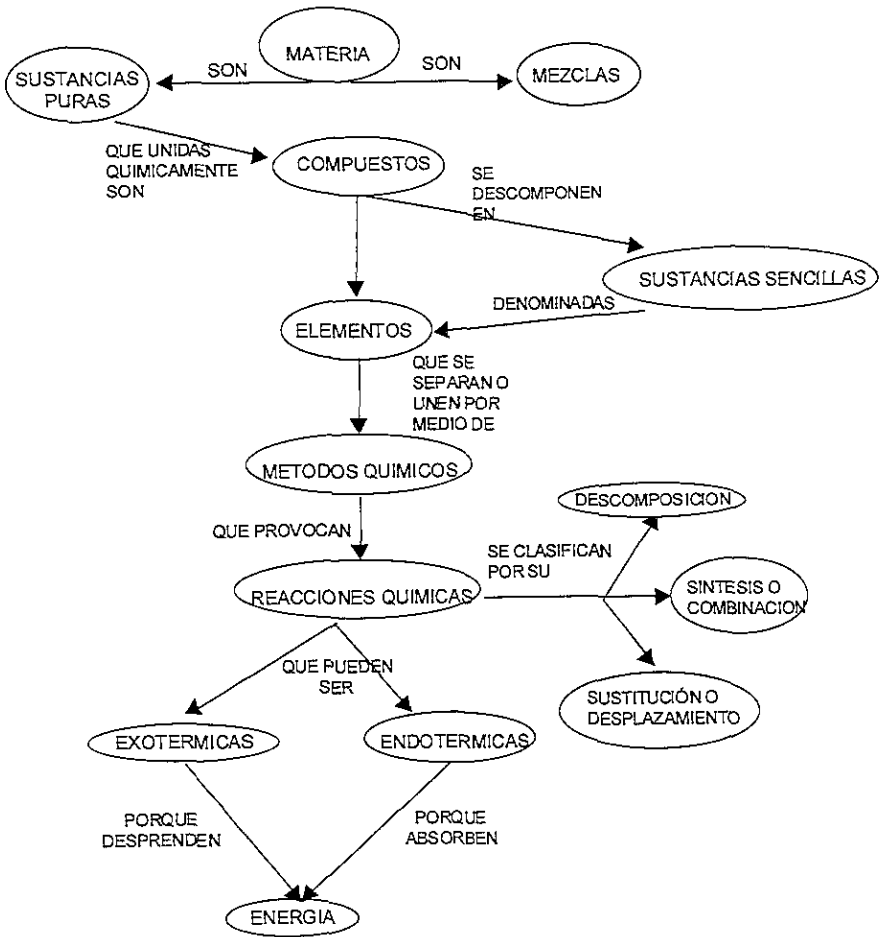
**Yager, R. y Penik J.** (1988) Changes in perceived attitudes toward the goals for science instruction in schools. Journal of research in science teaching. 25(3) 179-184

## ANEXOS

## ANEXO 1

Primeros mapas conceptuales realizados por la maestra del grupo experimental y el maestro del grupo control No.3.

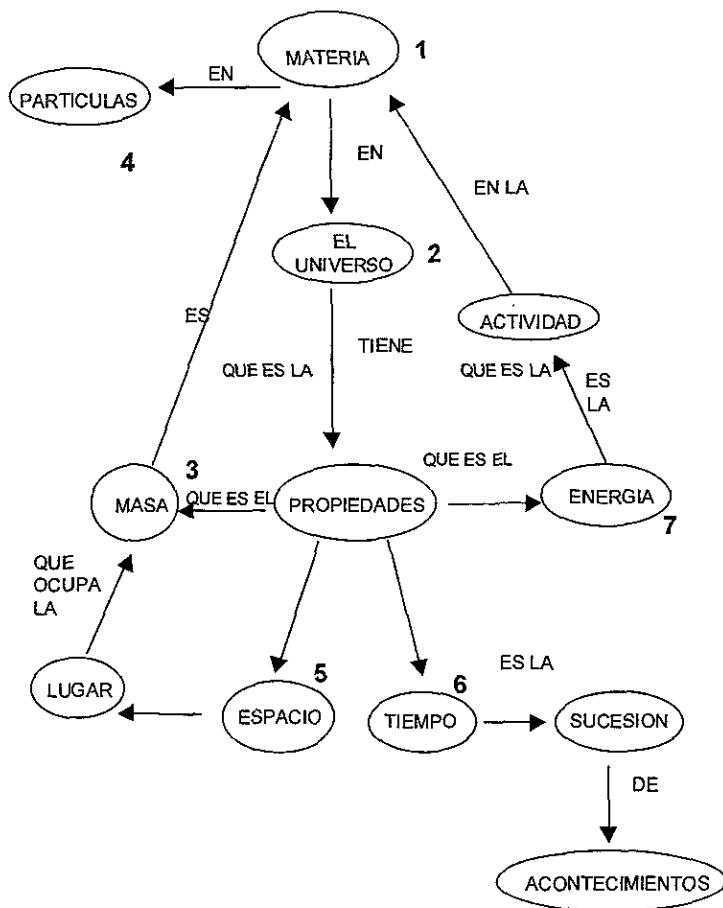




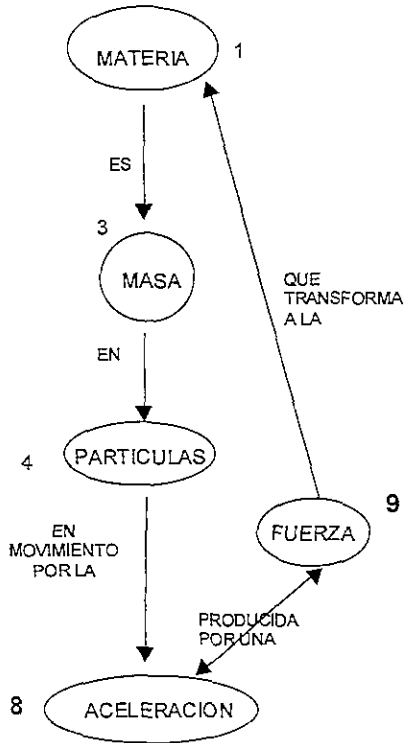
## ANEXO 2

Mapas conceptuales realizados a partir del análisis del contenido a enseñar

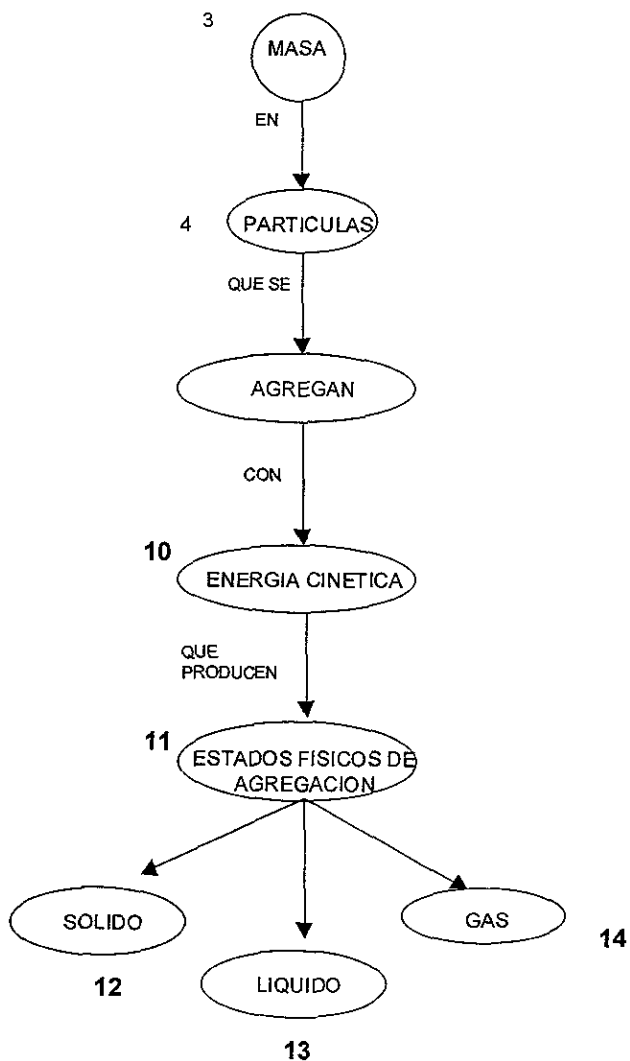
**Mapa conceptual No.1.-** Contiene la representación de una parcela de conocimientos y la secuenciación didáctica que los expertos sugieren debe seguirse. Contiene 7 conceptos iniciales a revisar.



**Mapa conceptual No.2.-** Contiene la representación de una parcela de conocimientos y la secuenciación didáctica que los expertos sugieren debe seguirse. incluye dos conceptos nuevos a revisar.

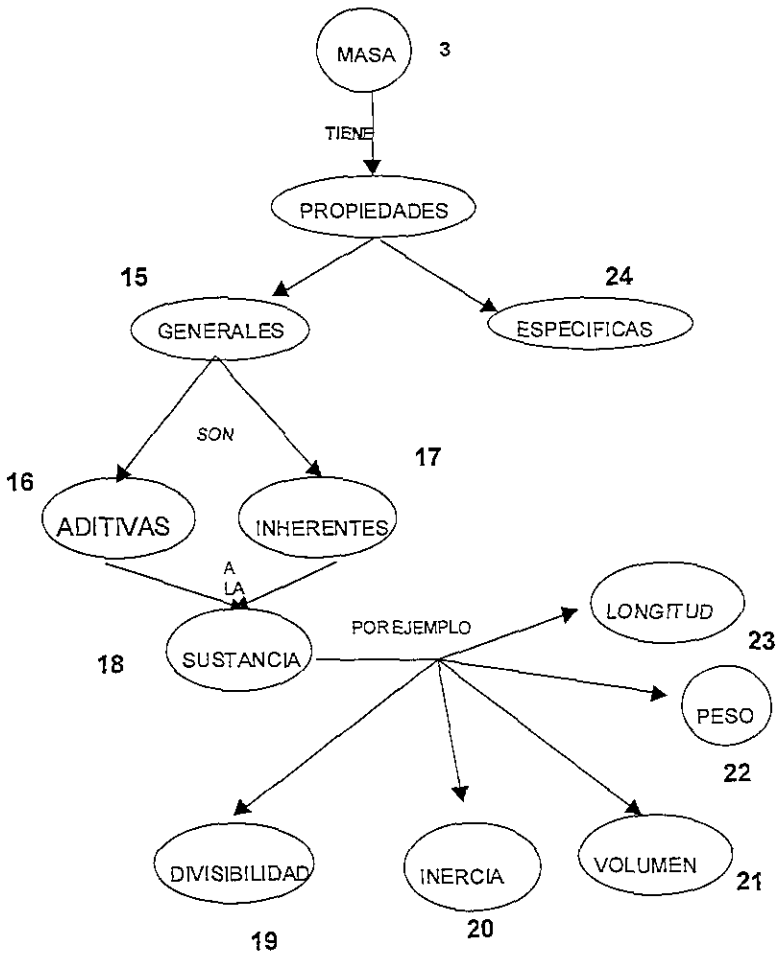


**Mapa conceptual No.3.-** Contiene la representación de una parcela de conocimientos y la secuenciación didáctica que los expertos sugieren debe seguirse. Incluye 5 conceptos nuevos a revisar.

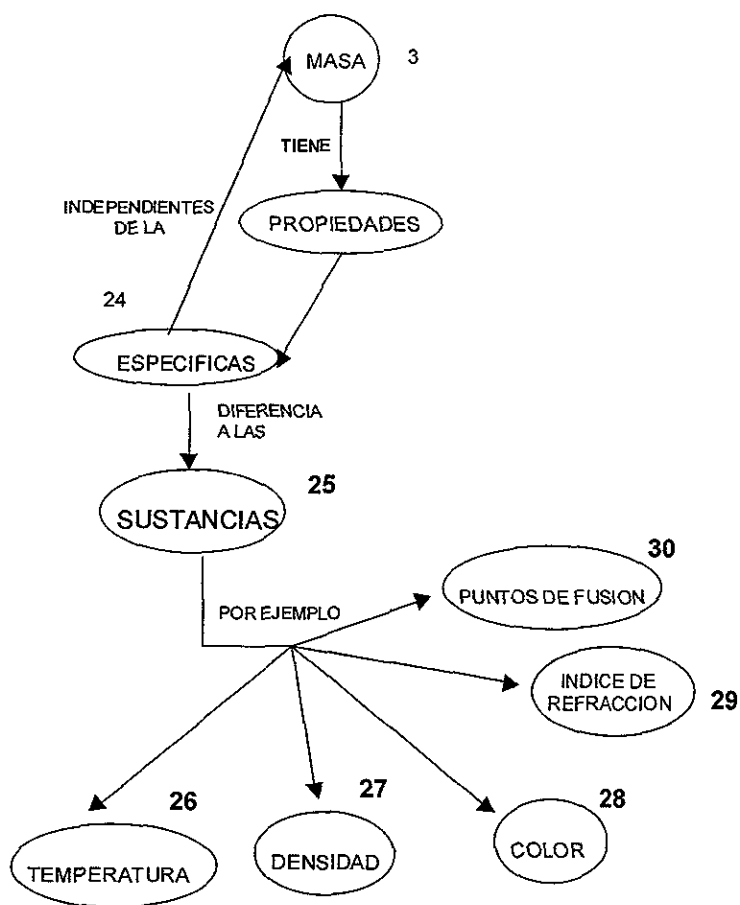




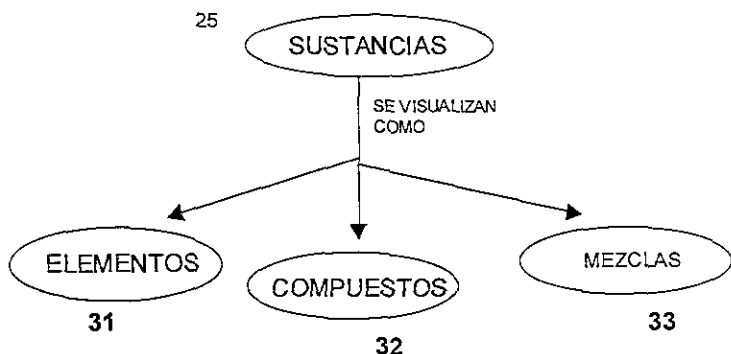
**Mapa conceptual No.4.-** Contiene la representación de una parcela de conocimientos y la secuenciación didáctica que los expertos sugieren debe seguirse. Incluye 10 conceptos nuevos a revisar.



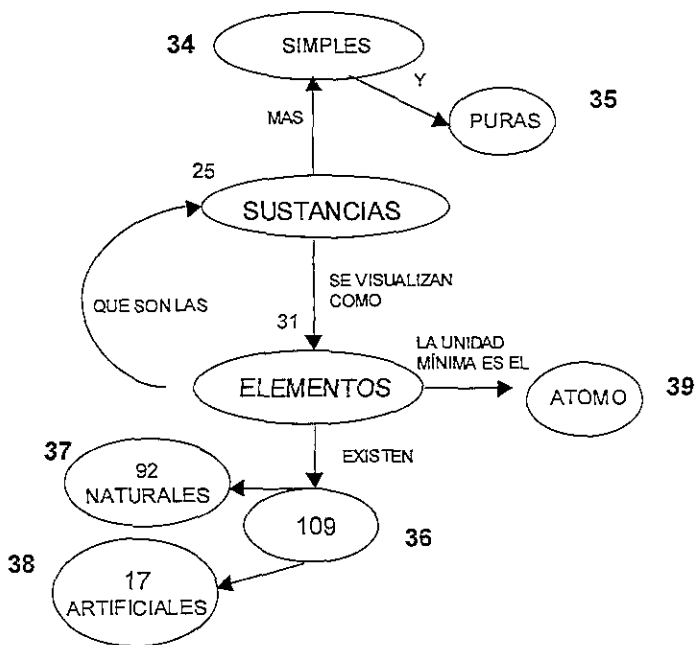
**Mapa conceptual No.5.-** Contiene la representación de una parcela de conocimientos y la secuenciación didáctica que los expertos sugieren debe seguirse. Incluye 7 conceptos nuevos a revisar.



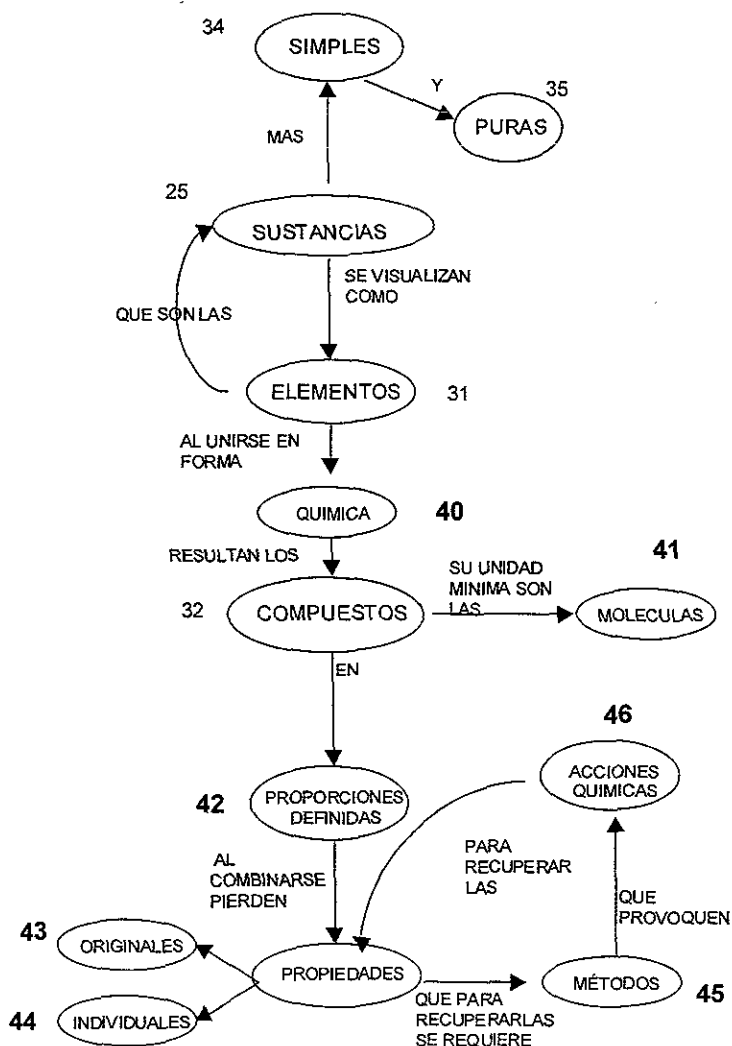
**Mapa conceptual No.6.-** Contiene la representación de una parcela de conocimientos y la secuenciación didáctica que los expertos sugieren debe seguirse. Incluye 3 conceptos nuevos a revisar.



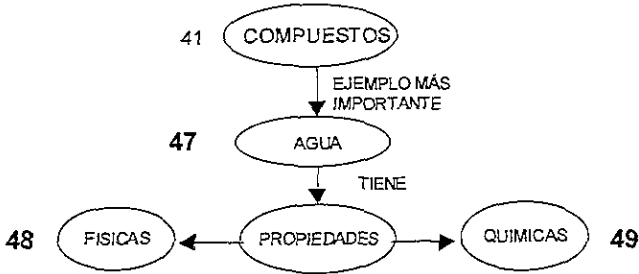
**Mapa conceptual No.7.-** Contiene la representación de una parcela de conocimientos y la secuenciación didáctica que los expertos sugieren debe seguirse. Incluye 6 conceptos nuevos a revisar.



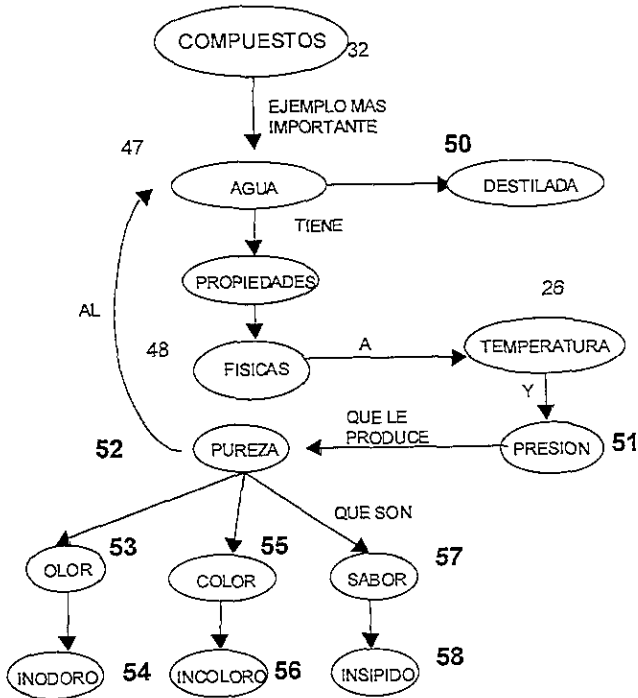
**Mapa conceptual No.8.-** Contiene la representación de una parcela de conocimientos y la secuenciación didáctica que los expertos sugieren debe seguirse. Incluye 7 conceptos nuevos a revisar.



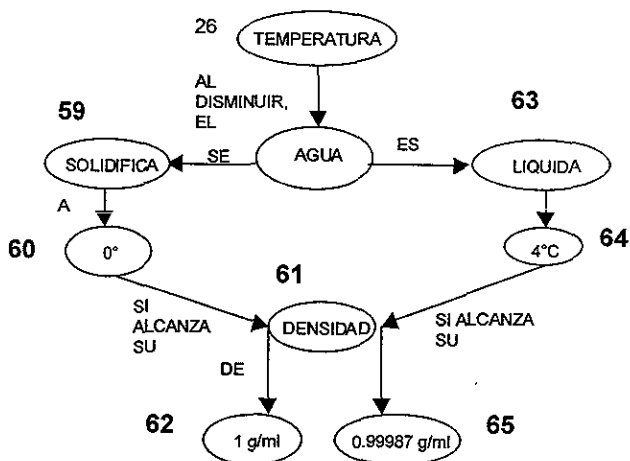
**Mapa conceptual No.9.-** Contiene la representación de una parcela de conocimientos y la secuenciación didáctica que los expertos sugieren debe seguirse. Incluye 3 conceptos nuevos a revisar.



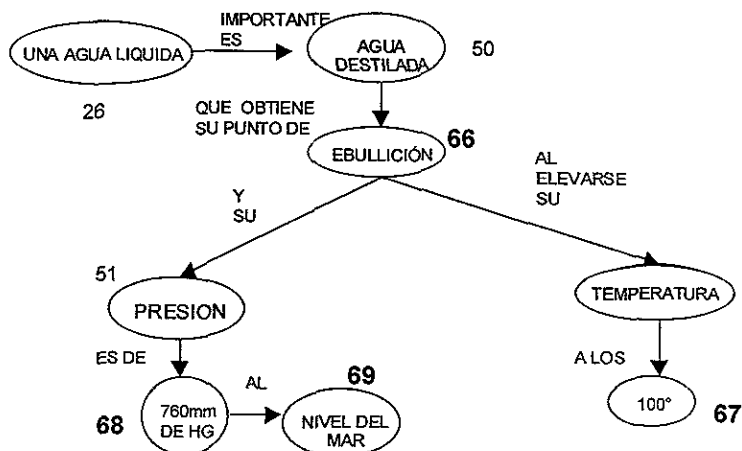
**Mapa conceptual No.10.-** Contiene la representación de una parcela de conocimientos y la secuenciación didáctica que los expertos sugieren debe seguirse. Incluye 6 conceptos nuevos a revisar.



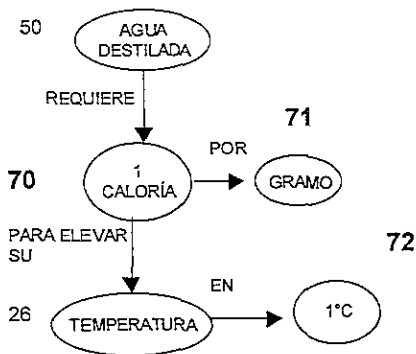
**Mapa conceptual No.11.-** Contiene la representación de una parcela de conocimientos y la secuenciación didáctica que los expertos sugieren debe seguirse. Incluye 6 conceptos nuevos a revisar.



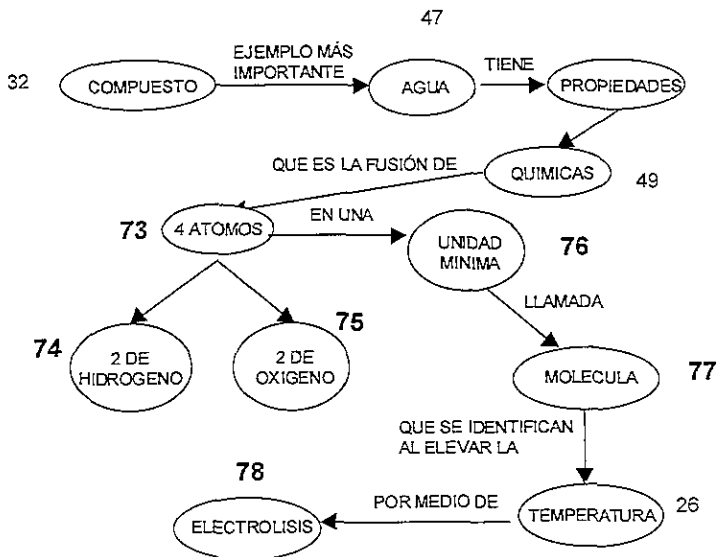
**Mapa conceptual No.12.-** Contiene la representación de una parcela de conocimientos y la secuenciación didáctica que los expertos sugieren debe seguirse. Incluye 4 conceptos nuevos a revisar.



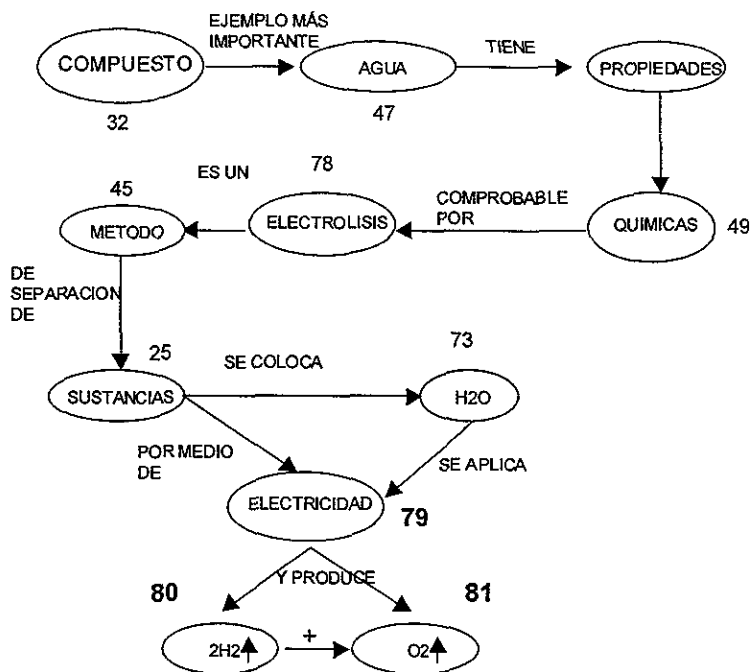
**Mapa conceptual No.13.-** Contiene la representación de una parcela de conocimientos y la secuenciación didáctica que los expertos sugieren debe seguirse. Incluye 3 conceptos nuevos a revisar.



**Mapa conceptual No.14.-** Contiene la representación de una parcela de conocimientos y la secuenciación didáctica que los expertos sugieren debe seguirse. Incluye 6 conceptos nuevos a revisar.

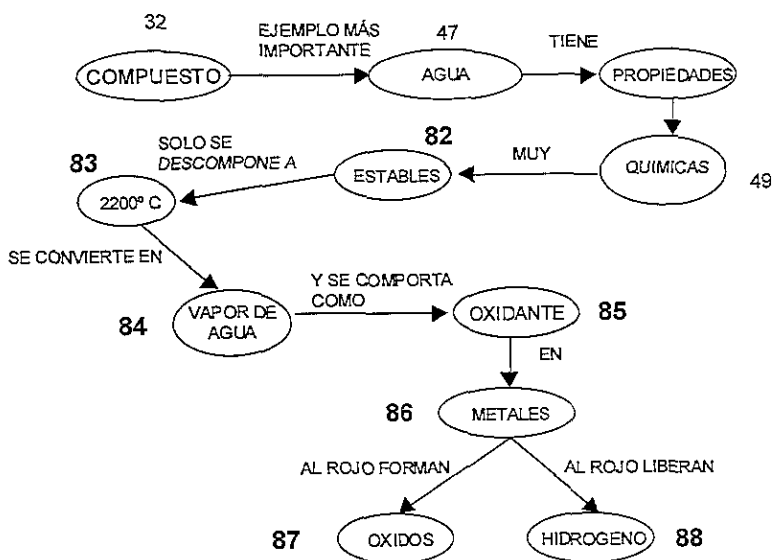


**Mapa conceptual No.15.-** Contiene la representación de una parcela de conocimientos y la secuenciación didáctica que los expertos sugieren debe seguirse. Incluye 3 conceptos nuevos a revisar.

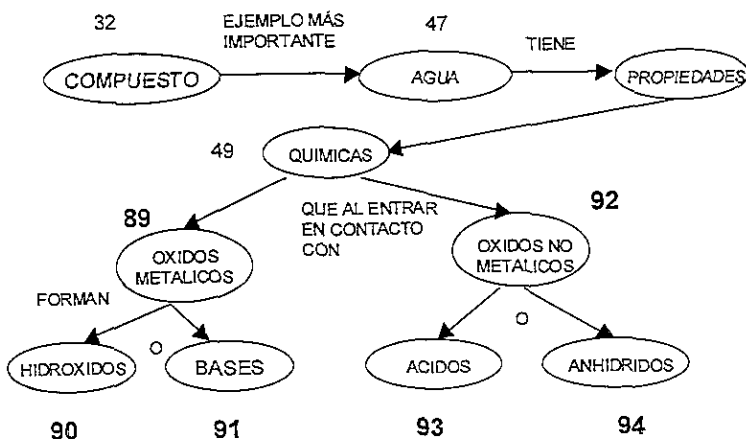




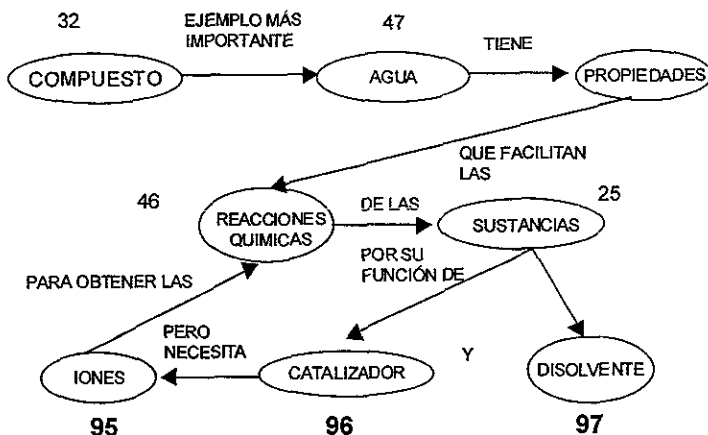
**Mapa conceptual No.16.-** Contiene la representación de una parcela de conocimientos y la secuenciación didáctica que los expertos sugieren debe seguirse. Incluye 7 conceptos nuevos a revisar.



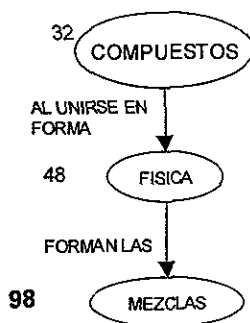
**Mapa conceptual No.17.-** Contiene la representación de una parcela de conocimientos y la secuenciación didáctica que los expertos sugieren debe seguirse. Incluye 6 conceptos nuevos a revisar.



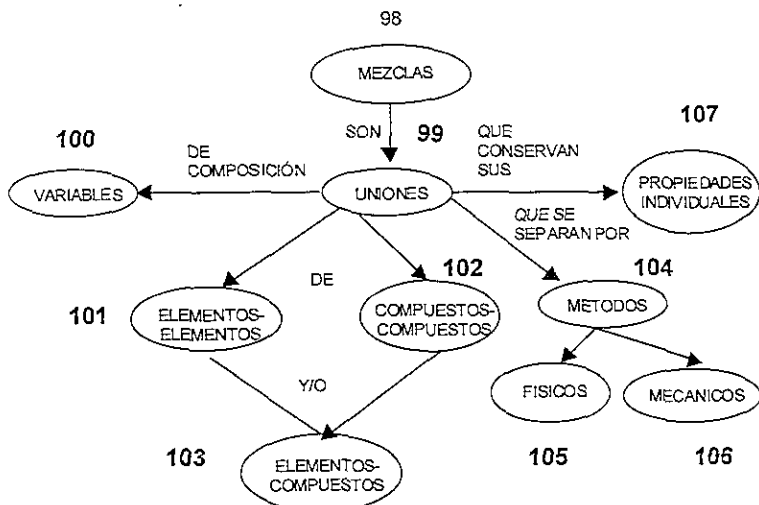
**Mapa conceptual No.18.-** Contiene la representación de la una parcela de conocimientos y la secuenciación didáctica que los expertos sugieren debe seguirse. Incluye 3 conceptos nuevos a revisar.



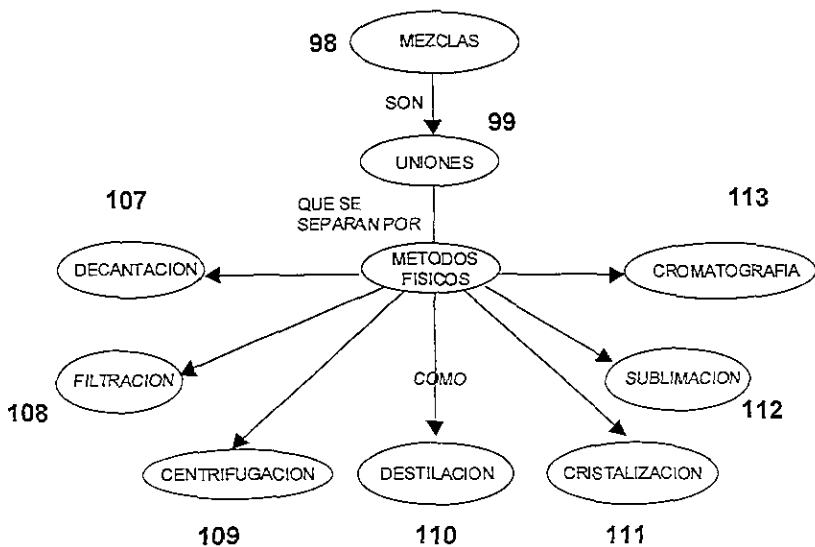
**Mapa conceptual No.19.-** Contiene la representación de una parcela de conocimientos y la secuenciación didáctica que los expertos sugieren debe seguirse. Incluye 1 conceptos nuevos a revisar.



**Mapa conceptual No.20.-** Contiene la representación de la una parcela de conocimientos y la secuenciación didáctica que los expertos sugieren debe seguirse. Incluye 9 conceptos nuevos a revisar.



**Mapa conceptual No.21.-** Contiene la representación de la octava parcela de conocimientos y la secuenciación didáctica que los expertos sugieren debe seguirse. Incluye 9 conceptos nuevos a revisar.



### ANEXO 3

Pantallas iniciales del software que contiene la evaluación de conceptos a través de redes semánticas.

**Datos Generales**

Nombre:

Edad:

Plantel:

Grupo:

Sexo:  a) Masculino  b) Femenino

**Datos Generales**

Nombre:

Edad:

Plantel:

Grupo:

*De clic en la opción correcta.*

Sexo:  a) Masculino  b) Femenino

Botón para las redes

### Evaluaciones

Ahora, escoja la evaluación que desee contestar.

- Evaluación 1
- Evaluación 2
- Evaluación 3
- Salir

En base a los conceptos genera una lista de otros conceptos Mezcla, Compuestos y Elementos que estén relacionados con ellos. Jerarquiza todos los conceptos relacionados en una escala del 10 al 1, dependiendo de la importancia que consideres tiene cada concepto. El valor que asignes puede repetirse en dos o más conceptos.

Ejemplo para el concepto familia

Concepto	Valor
Núcleo social	10
Metas	10
Mantener	9
Cuidar	9
Educación	9
Familias extensas	8
Familias nucleares	8
Padre	7
Madre	7
Hijos	7
Hermanos	6
Abuelos	7
Tíos	7
Primos	7

Continuar

## ANEXO 4

Pantallas que ejemplifican la manera en que los alumnos deben registrar sus conceptos para determinar sus redes semánticas.

### Mezcla

Escriba cada concepto en la sección **Concepto** y después oprima **ENTER**; a continuación escriba el valor que desea asignarle (1 - 10) y oprima **ENTER** para que se forme la lista de concepto - valor. Si desea salir oprima el botón **No más palabras en la lista** para concluir. A lo más 15 parejas de concepto valor.

**Concepto :**

**Valor :**

**Lista de palabras / valor**

--	--

**No total de palabras : 0**

### Compuestos

Escriba cada concepto en la sección **Concepto** y después oprima **ENTER**; a continuación escriba el valor que desea asignarle (1 - 10) y oprima **ENTER** para que se forme la lista de concepto - valor. Si desea salir oprima el botón **No más palabras en la lista** para concluir. A lo más 15 parejas de concepto valor.

**Concepto :**

**Valor :**

**No más palabras en la lista**

**Lista de palabras / valor**

1.- AGUA	1
2.- ELEMENTOS	2
3.- REACCIONES QUIMICAS	1
4.- FENOMENO	5
5.- GASEOSO	4

**No total de palabras : 5**

A continuación se muestra la lista de palabras/valor que se introdujeron para el concepto de Compuestos en la sección anterior. Si por alguna razón desea cambiar alguno de ellos, haga clic sobre el botón CORREGIR por cada pareja que desee rectificar, en otro caso seleccione CONTINUAR.

1.- AGUA	I
----------	---

### Compuestos

Escriba cada concepto en la sección *Concepto* y después oprima ENTER; a continuación escriba el valor que desea asignarle (1 - 10) y oprima ENTER para que se forme la lista de conceptos -valor. Si desea salir oprima el botón *No más palabras en la lista* para concluir. A lo más 15 parejas de concepto valor.

Concepto : elementos

Valor : 2

#### Lista de palabras / valor

1.- AGUA	I
----------	---

No total de palabras : 1

Con la lista de conceptos construya frases en las que incluya uno o más de los conceptos enunciados.

Ejemplo para el concepto familia

- La familia es el núcleo social más importante de las civilizaciones occidentales.
- Entre alguno de sus propósitos se encuentra el de mantener, cuidar y proporcionar educación a sus integrantes.
- Las familias pueden ser extensas o nucleares.
- Las nucleares están formadas generalmente por el padre, la madre y los hijos.
- Las familias extensas están formadas por los abuelos, tíos y primos de una familia nuclear.

Continuar

Con la lista de conceptos construya frases en las que incluya uno o más de los conceptos enunciados.

Quando termine una frase ponga punto y seguido para iniciar la siguiente. Si termina de escribir todas las frases que desea, presione Return.

Lista de conceptos

1. HIDROGENO 6
2. ATOMOS 9

Continuar



Con la lista de conceptos construya frases en las que incluya uno o más de los conceptos enunciados.

Cuando termine una frase ponga punto y seguido para iniciar la siguiente. Si termina de escribir todas las frases que desea, presione Return

**Lista de conceptos**

Con los elementos se forman los compuestos. Las reacciones químicas ayudan a unir los elementos en compuestos o descomponer los compuestos en elementos.

Con la lista de conceptos construya frases en las que incluya uno o más de los conceptos enunciados.

Cuando termine una frase ponga punto y seguido para iniciar la siguiente. Si termina de escribir todas las frases que desea, presione Return

**Lista de conceptos**

Quando se unen los elementos se forman los compuestos. Las reacciones químicas ayudan a formar los compuestos y a descomponerlos para obtener los elementos.

**Mensaje**

¿Desea modificar su frase?

**Mensaje**

A continuación se muestra la lista de palabras/valor que se introdujeron para el concepto de Elementos en la sección anterior. Si por alguna razón desea cambiar alguno de ellos, haga clic sobre el botón **CORREGIR** por cada pareja que desee rectificar, en otro caso seleccione **CONTINUAR**.

**Ponga el número de la pareja Palabra/Valor que desea corregir (1 - 2):**

1

1.- AGUA	10
2.- ATOMOS	9

A continuación se muestra la lista de palabras/valor que se introdujeron para el concepto de Elementos en la sección anterior. Si por alguna razón desea cambiar alguno de ellos, haga clic sobre el botón **CORREGIR** por cada pareja que desee rectificar, en otro caso seleccione **CONTINUAR**.

1.- AGUA	10
2.- ATOMOS	9

**La palabra que escribió es : AGUA**  
**Por favor escriba la nueva palabra**

A continuación se muestra la lista de palabras/valor que se introdujeron para el concepto de Elementos en la sección anterior. Si por alguna razón desea cambiar alguno de ellos, haga clic sobre el botón CORREGIR por cada pareja que desee rectificar, en otro caso seleccione CONTINUAR.

1.- AGUA 2.- ATOMOS	El valor que escribio es : 10 Por favor, escriba el nuevo valor	
	<input type="text" value="6"/>	
<input type="button" value="CORREGIR"/>		<input type="button" value="CONTINUAR"/>

A continuación se muestra la lista de palabras/valor que se introdujeron para el concepto de Elementos en la sección anterior. Si por alguna razón desea cambiar alguno de ellos, haga clic sobre el botón CORREGIR por cada pareja que desee rectificar, en otro caso seleccione CONTINUAR.

1.- HIDROGENO	6	
2.- ATOMOS	9	
<input type="button" value="CORREGIR"/>		<input type="button" value="CONTINUAR"/>

Gracias por  
tu ayuda

Continuar

## ANEXO 5

Pantallas del software que contiene la evaluación de los conocimientos que tienen los alumnos sobre el contenido.

### Evaluaciones

Ahora, escoja la evaluación que desea contestar.



Prueba de conocimientos

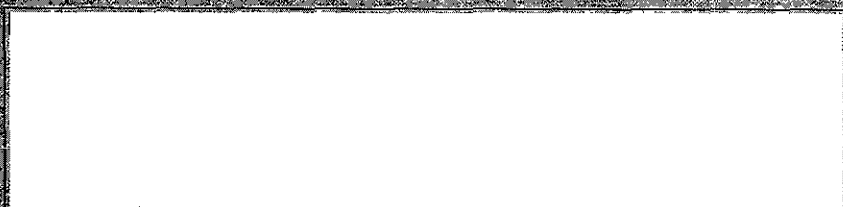
1.- Clasifique los siguientes fenómenos seleccionando una (F) a la derecha de cada fenómeno físico y una (Q) si se trata de un fenómeno químico.

- |   |   |
|---|---|
| a) Arrugar papel                              | <input type="radio"/> F <input type="radio"/> Q |
| b) Madera ardiendo en la chimenea             | <input type="radio"/> F <input type="radio"/> Q |
| c) Ropa sucia en una bandeja con cloro y agua | <input type="radio"/> F <input type="radio"/> Q |
| d) Jugo de uva que se convierte en vino       | <input type="radio"/> F <input type="radio"/> Q |
| e) Congelación de refresco                    | <input type="radio"/> F <input type="radio"/> Q |
| f) Ebullición del agua                        | <input type="radio"/> F <input type="radio"/> Q |
| g) Evaporación del alcohol                    | <input type="radio"/> F <input type="radio"/> Q |
| h) Horneado de un pastel                      | <input type="radio"/> F <input type="radio"/> Q |
| i) Añadir azúcar al té y agitar               | <input type="radio"/> F <input type="radio"/> Q |
| j) Leche que se pone agria                    | <input type="radio"/> F <input type="radio"/> Q |
| k) Una tostada quemándose                     | <input type="radio"/> F <input type="radio"/> Q |
| l) Ruptura de un plato                        | <input type="radio"/> F <input type="radio"/> Q |

Expresé, a continuación, lo que entiende por cambio físico y químico:  
(Después oprima el botón *Continuar*)

Continuar

2. Defina las propiedades generales de la materia y explique cada una de ellas.  
(Para terminar oprima botón *Continuar*.)



Continuar

3. Defina las propiedades características de la materia y explique cada una de ellas.  
(Para terminar oprima botón *Continuar*.)



Continuar

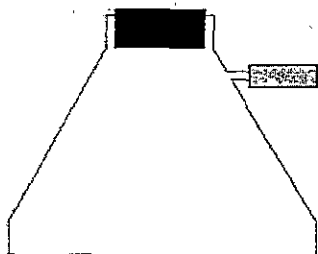
4.- El conocimiento de las propiedades características es útil para determinar :  
(Dé clic en la(s) opción(es) que considere correctas)

- El método adecuado para separar los componentes de una mezcla.
- El método adecuado para separar los componentes de un compuesto.
- Las cantidades ideales para preparar una mezcla.
- Las facilidades para separar los componentes de un compuesto.
- El método ideal para la obtención de compuestos.

Continuar

5.- Analiza los siguientes esquemas

Mueva los elementos, de tal manera que represente a la matraz con aire.

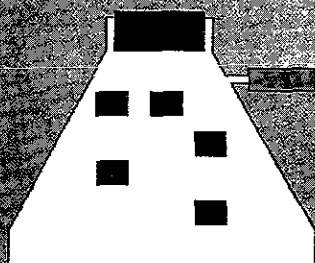


Continuar

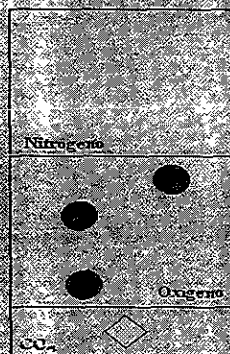
<p>Nitrógeno</p>	<p>Oxígeno</p>
<p>CO<sub>2</sub></p>	

### 5. Analiza los siguientes esquemas

Mueva los elementos, de tal manera que represente a la matriz con aire.

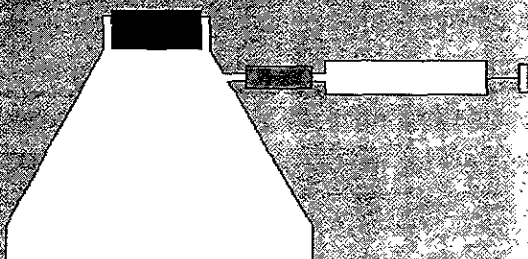


Continuar

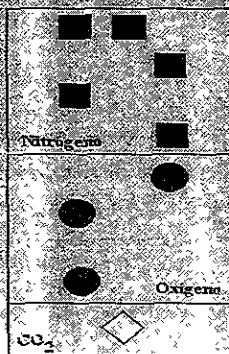


### 5. Analiza los siguientes esquemas

Mueva los elementos, de tal manera que represente a la matriz conectada a una bomba de vacío, de tal modo, que se extrae parte del aire contenido en la matriz.



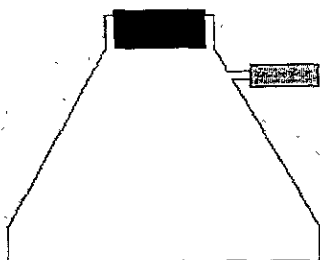
Continuar



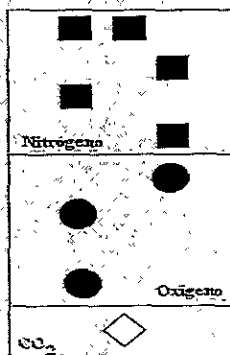


**5.- Analiza los siguientes esquemas**

Mueva los elementos, de tal manera que represente a la matraz con aire.




Continuar



**6.- Explique brevemente tres de los diferentes métodos de separación de mezclas.**  
(Para terminar oprima la tecla *Continuar*)

Continuar

7. De una mezcla de agua con alcohol ¿Cómo separaría sus componentes?  
(Para terminar oprima la tecla *Continuar*)



*Continuar*

8. Indique que método utilizaría para separar los componentes del Agua y describa  
paso a paso el procedimiento que seguiría.  
(Para terminar oprima la tecla *Continuar*)



*Continuar*

9.- Indique qué método utilizaría para separar los componentes del Óxido de Mercurio y describa paso a paso el procedimiento que seguiría.  
(Para terminar oprima la tecla *Continuar*)

**Continuar**

10.- Defina qué es una sustancia pura.  
(Para terminar oprima la tecla *Continuar*)

**Continuar**

11. Marque con una (X) las sustancias puras.  
Asimismo, escriba la nomenclatura de clic en cada recuadro de Nomenclatura, en caso que la conozca.

Sustancia	Nomenclatura
<input type="checkbox"/> Leche	
<input type="checkbox"/> Agua	
<input type="checkbox"/> Crema de cacahuete	
<input type="checkbox"/> Cloro	
<input type="checkbox"/> Óxido ferroso	
<input type="checkbox"/> Agua comsal	
<input type="checkbox"/> Azúfre	
<input type="checkbox"/> Sal	

Continuar

12. ¿Que diferencias fundamentales hay entre una mezcla y un compuesto?  
(Mencione por lo menos dos)  
(Para terminar oprima la tecla *Continuar*)

Continuar

13.- Enuncie con sus propias palabras la ley de la conservación de la masa.  
(Para terminar oprima la tecla *Continuar*)

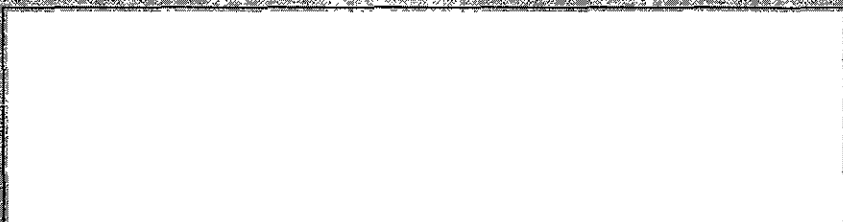
**Continuar**

14.- Se calentaron en presencia de aire 80 gramos de cobre y resultaron 100 gramos de Óxido de cobre. Con 240 gramos de cobre se obtuvieron 300 gramos de óxido de cobre y con 800 gramos se obtuvieron 1000 gramos de Óxido de cobre. ¿Que puede concluir de tales resultados?

(Para terminar oprima la tecla *Continuar*)

**Continuar**

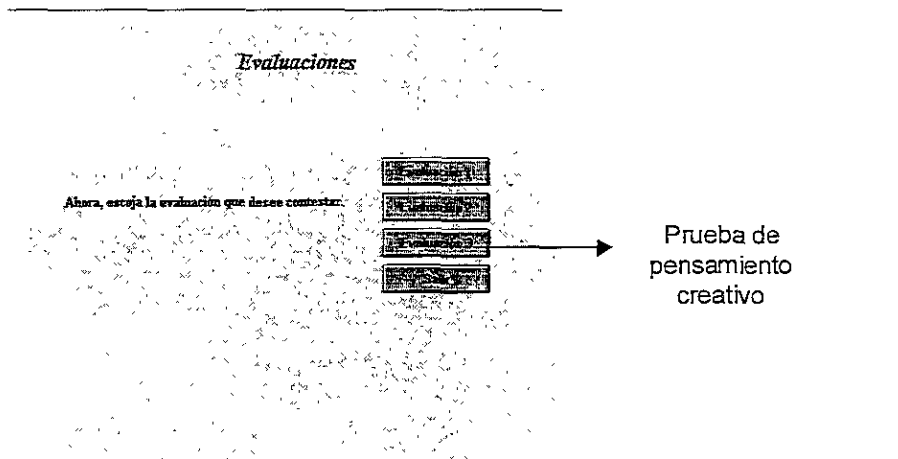
15. Enuncie con sus propias palabras la ley de las proporciones constantes.  
(Para terminar oprima la tecla *Continuar*)



*Continuar*

## ANEXO 6

Pantallas del software que contiene la evaluación del pensamiento creativo de los alumnos aplicado a los contenidos.



### ANTES DE CONTESTAR LAS SIGUIENTES PREGUNTAS, LEE CUIDADOSAMENTE EL TEXTO QUE TE PRESENTAMOS A CONTINUACION.

En un laboratorio, el profesor de Química pidió a Mario y a Pedro que comprobarán la siguiente afirmación:

*"En un compuesto, los elementos siempre están presentes en proporciones fijas de masa".*

Para su comprobación los estudiantes utilizaron agua. Combinaron 2 gramos de hidrógeno con 8 de oxígeno; después de lo cual se formaron 9 gramos de agua y quedó sin reaccionar un gramo de hidrógeno. Posteriormente combinaron 4 gramos de hidrógeno con 16 de oxígeno y se formaron 18 gramos de agua, quedando sin reaccionar 2 gramos de hidrógeno. Finalmente Mario y Pedro, combinaron 20 gramos de hidrógeno con 12 de oxígeno y se formaron 9 gramos de agua, quedando sin reaccionar 19 gramos de hidrógeno y 4 de oxígeno.

Continuar

A continuación se presentan las conclusiones que obtuvieron Mario y Pedro.

Seleccione la opción *Verdadera* para aquellas que considere correctas, y *Falsa* las que considere incorrectas, y explica por qué, para cada una de ellas.

Continuar

### Proposición de Mario

1. Los elementos que conforman el agua se combinan en la misma proporción.

Verdadera

Falsa

¿Porque? (Para concluir oprima el botón *Continuar*)

Continuar



### Proposición de Mario

2.- En la mayoría de los compuestos los elementos se combinan siempre en la misma proporción.

Verdadera

Falsa

¿Porque? (Para concluir oprima el botón Continuar)

Continuar

### Proposición de Mario

3.- En todos los compuestos los elementos se combinan siempre en la misma proporción.

Verdadera

Falsa

¿Porque? (Para concluir oprima el botón Continuar)

Continuar

**Proposición de Mario**

4. El Hidrógeno y el Oxígeno siempre se combinan en una proporción de 1 a 8 para formar agua.

Verdadera

Falsa

¿Porque? (Para concluir oprima el botón *Continuar*)

Continuar

**Proposición de Pedro**

5. Al combinar dos elementos para formar un compuesto siempre quedan elementos sin reaccionar.

Verdadera

Falsa

¿Porque? (Para concluir oprima el botón *Continuar*)

Continuar

### Proposición de Pedro

5.- Al combinar dos elementos para formar un compuesto siempre quedan elementos sin reaccionar.

Verdadera

Falsa

¿Porque? (Para concluir oprima el botón Continuar)

Continuar

### Proposición de Pedro

6.- Si se varían las cantidades de hidrógeno y oxígeno, para formar agua, no se altera la proporción en que se combinan ambos elementos.

Verdadera

Falsa

¿Porque? (Para concluir oprima el botón Continuar)

Continuar

**Proposición de Pedro**

7.- Si combino 7 gramos de hidrogeno con 25 de oxigeno se formarian 27 gramos de agua, y quedarian sin reaccionar 5 gramos de hidrogeno.

 Verdadera Falsa

¿Porque? (Para concluir oprima el boton Continuar)

Continuar

**Proposición de Pedro**

8.- Si combino 2 gramos de hidrogeno con 16 de oxigeno se formarian 18 gramos de agua, y no quedaria ningun elemento sin reaccionar.

 Verdadera Falsa

¿Porque? (Para concluir oprima el boton Continuar)

Continuar

A continuación escriba alguna conclusión diferente a las de Mario y Pedro:  
(Al terminar oprima ENTER):

Indique en qué datos supone que se apoyaron para elaborar sus conclusiones:  
(Al terminar oprima ENTER):

Indique en qué interpretaciones supone que se apoyaron para elaborar sus conclusiones:

(Al terminar oprima ENTER)



**Gracias por  
tu ayuda**

**Continuar**

## ANEXO 7

### CUESTIONARIO DE OPINION PARA LOS ALUMNOS DE CCH SOBRE SU INTERACCION CON LA COMPUTADORA.

**INSTRUCCIONES:** Coloca en el paréntesis el número que corresponde a la respuesta que seleccionaste según la siguiente escala:

- |                                  |                  |
|----------------------------------|------------------|
| 1.- En gran medida               | (del 80 al 100%) |
| 2.- En una medida aceptable      | (del 60 al 79%)  |
| 3.- Regular                      | (del 40 al 59%)  |
| 4.- En una medida poco aceptable | (20 al 39%)      |
| 5.- En una medida inaceptable    | (0 a 19%)        |

1. ¿La presentación de las fotos, animaciones y textos en la computadora te pareció agradable? ( )
2. ¿Te gustaría seguir estudiando más temas en la computadora? ( )
3. ¿El material que te fue presentado tenía las instrucciones claras sobre lo que tenías que hacer? ( )
4. ¿Las veces que interactuaste con la computadora sirvió para que comprendieras el tema? ( )
5. ¿Sientes que fue fácil seleccionar las formas de manejar la máquina? ( )
6. ¿Tuviste buena retroalimentación del instructor cuando la necesitaste? (Por ejemplo cuando cometiste un error) ( )
7. ¿Las imágenes presentadas en la pantalla estaban relacionadas entre sí coherentemente? ( )
8. ¿Los experimentos y textos presentados estaban relacionados con tu programa de estudios ( )
9. ¿Piensas que las imágenes y textos tuvieron los tamaños y colores adecuados? ( )
10. ¿La información que venía en los textos te ayudó a entender el tema? ( )
11. ¿Consideras que lo que viste en la computadora te ayudó a entender mejor lo que viste en clase? ( )
12. ¿Te costó trabajar responder las preguntas que había en los textos? ( )
13. ¿Las acciones con la computadora te retroalimentaron sobre el progreso de tu aprendizaje? ( )
14. ¿El programa en la computadora te hizo reflexionar sobre lo que sabes y no sabes sobre el tema? ( )
15. ¿Piensas que los programas en computadora te pueden ayudar a mejorar tu aprendizaje? ( )
16. ¿Te gustó trabajar en equipo en la computadora? ( )
17. ¿Te gustaría mejor trabajar solo en la computadora? ( )
18. ¿Te sirvió para entender mejor el tema, intercambiar ideas con tu compañero cuando trabajaste en la computadora? ( )

#### PREGUNTAS ABIERTAS

INSTRUCCIONES. Contesta las siguientes preguntas

- 1.- ¿Qué piensas que estuvo bien de la presentación del tema de la computadora?
- 2.- ¿Qué piensas que estuvo mal de la presentación del tema en la computadora?