

01087



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Filosofía y Letras  
División de Estudios de Posgrado

ORGANIZACION LOGICO-CONCEPTUAL  
DEL ESTUDIANTE DE NIVEL MEDIO  
BASICO EN EL APRENDIZAJE  
DE CONCEPTOS CIENTIFICOS.

T E S I S

Que para obtener el Grado Académico de  
DOCTORA EN PEDAGOGIA

P r e s e n t a

ROSARIO LETICIA CORTES RIOS



Comité Tutorial:

Tutor: Dr. Miguel Angel Campos Hernández

Consultores: Dra. Rosaura Ruiz Gutiérrez

Dr. Enrique Ruiz Velasco Sánchez

México, D. F.

2000

286743



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## *Agradecimientos*

*Al Dr. Miguel Angel Campos*

*Investigador del Instituto de Investigaciones en Matemáticas  
Aplicadas y Sistemas (IIMAS)*

*Por sus valiosas ideas, enriquecedoras opiniones y excelente  
dirección en mis estudios de doctorado.*

\*\*\*\*

*A la Dra. Rosaura Ruíz Gutiérrez*

*Directora General de Estudios de Posgrado*

*Por su orientación y excelente disposición a mis consultas de  
carácter científico.*

\*\*\*\*

*Al Dr. Enrique Ruiz Velasco Sánchez*

*Investigador en el Centro de Estudios sobre la Universidad  
(CESU)*

*Por el gran apoyo y disposición profesionales brindados desde el  
inicio y hasta el final de mis estudios.*

*Al Dr. Salvador Uribe Carvajal  
Investigador del Instituto de Fisiología Celular  
Por su ayuda y consejos profesionales, apoyo moral y  
aportaciones en el campo científico.*

\*\*\*\*\*

*A la Dra. María Esther Aguirre Lora  
Coordinadora del Posgrado en Pedagogía en la Facultad de  
Filosofía y Letras e investigadora titular del CESU.  
Por su apoyo y colaboración los cuales facilitaron la culminación  
de mis estudios.*

\*\*\*\*\*

*Al Dr. Mario Rueda Beltrán  
Investigador titular del CESU.  
Por la revisión minuciosa y profesional que hizo a mi trabajo.*

\*\*\*\*\*

*A la Dra. Carmen Sánchez Mora  
Subdirectora de Educación no formal  
Por su compañerismo y apoyo profesional.*

*A la Subsecretaría de Servicios Educativos para el Distrito Federal y a la Dirección General de Educación Normal y Actualización del Magisterio por el otorgamiento de la beca para realizar mis estudios de doctorado.*

*A la Directora de la Escuela Secundaria Anexa a la Normal Superior de México, Profra. Graciela Carreño Huerta por su apoyo para la realización de las actividades experimentales y al personal docente y alumnos de esta escuela, por su cooperación y excelente disposición durante los dos años de trabajo.*

*Leticia Cortés Ríos  
Noviembre, 2000.*

## *Dedicatorias*

*A mi esposo Claudio Navarrete y a mis hijos Ricardo y Rodrigo Navarrete Cortés, porque estoy orgullosa de su forma de ser, de sus valores, alegría y optimismo para enfrentar la vida.*

\*\*\*\*

*A mi padre Francisco Cortés y a la memoria de mi madre María Asunción Ríos, quien generó en mi el espíritu de lucha y perseverancia para lograr mis objetivos.*

\*\*\*\*

*Con amor a mis hermanos Elvira, Yolanda y Francisco.*

\*\*\*\*

*Con cariño a mis cuñados y sobrinos.*

\*\*\*\*

*En especial a mi sobrina Mayra, por su apoyo moral y colaboración profesional.*

*Leticia Cortés Ríos  
Noviembre, 2000*

## INDICE

	Página
INTRODUCCION	11
I. EL PROBLEMA EMPÍRICO	
1.1 <i>La enseñanza de la ciencia</i>	14
1.2 <i>Preguntas de investigación</i>	16
1.3 <i>La enseñanza de la biología en la escuela Secundaria</i>	16
1.4 <i>Los programas oficiales</i>	19
PRIMERA PARTE. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	
II. EL APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS CIENTÍFICOS EN LA ESCUELA SECUNDARIA	
2.1 <i>El conocimiento científico</i>	22
2.2 <i>Definición de concepto</i>	24
2.3 <i>El aprendizaje de conceptos</i>	24
2.4 <i>El aprendizaje de conceptos científicos</i>	25
2.5 <i>La biología y sus exigencias epistemológicas</i>	26
2.6 <i>Los conceptos de evolución, genética, biomoléculas, célula y salud en el contexto educativo de la secundaria.</i>	35
III LA ORGANIZACIÓN LÓGICO-CONCEPTUAL DEL ESTUDIANTE DE NIVEL MEDIO BÁSICO.	
3.1 <i>La construcción del conocimiento</i>	42
3.2 <i>El aprendizaje significativo</i>	44
3.3 <i>La organización lógico- conceptual</i>	46
3.4 <i>Esquemas de conocimiento</i>	47
3.5 <i>El conocimiento previo de los estudiantes</i>	48
3.6 <i>Reestructuración cognoscitiva</i>	51
3.7 <i>El mapeo conceptual</i>	52

#### IV ANÁLISIS DEL DISCURSO. ASPECTOS SOCIOLINGÜÍSTICOS

4.1	<i>La sociolingüística</i>	55
4.2	<i>El Lenguaje</i>	56
4.3	<i>La Interacción social</i>	59
4.4	<i>La Intertextualidad</i>	60
4.5	<i>Relación entre lo sociolingüístico y lo cognitivo</i>	62
4.6	<i>Estructuras proposicionales y análisis del discurso</i>	65
4.7	<i>Marcos contextuales</i>	71

#### SEGUNDA PARTE: FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS

##### V. EL MODELO DE ANÁLISIS PROPOSICIONAL (EL MAP)

5.1	<i>Bases teóricas del Modelo</i>	73
5.2	<i>La población estudiada</i>	80
5.3	<i>Confección de instrumentos</i>	81
5.4	<i>Obtención de la información</i>	83

#### TERCERA PARTE: RESULTADOS DEL TRABAJO DE CAMPO

##### VI. EL CASO DEL GRUPO A

###### EVOLUCIÓN

6.1	<i>La respuesta criterio y las exigencias epistemológicas</i>	84
6.2	<i>Análisis de la respuesta de un estudiante.</i>	90
6.2.1	<i>Análisis de los componentes del discurso.</i>	92
6.2.2	<i>Análisis de correspondencia</i>	93
6.3	<i>Análisis grupal.</i>	
6.3.1	<i>Análisis epistemológico</i>	98
6.3.2	<i>Familias de proposiciones</i>	99
6.3.3	<i>Conocimiento científico de los estudiantes sin correspondencia con el referente criterio.</i>	102
6.3.4	<i>Análisis cuantitativo</i>	103
	TABLA 1	105

## GENÉTICA

6.4 <i>La respuesta criterio y las exigencias epistemológicas</i>	106
6.5 <i>Análisis de la respuesta de un estudiante.</i>	110
6.5.1 <i>Análisis de los componentes del discurso.</i>	111
6.5.2 <i>Análisis de correspondencia</i>	112
6.6 <i>Análisis grupal.</i>	
6.6.1 <i>Análisis epistemológico</i>	110
6.6.2 <i>Familias de proposiciones</i>	111
6.6.3 <i>Conocimiento científico de los estudiantes             sin correspondencia con el referente criterio.</i>	119
6.6.4 <i>Análisis cuantitativo</i>	119
TABLA 2	121

## BIOMOLÉCULAS

6.7 <i>La respuesta criterio y las exigencias epistemológicas</i>	122
6.8 <i>Análisis de la respuesta de un estudiante.</i>	129
6.8.1 <i>Análisis de los componentes del discurso.</i>	129
6.8.2 <i>Análisis de correspondencia</i>	135
6.9 <i>Análisis grupal.</i>	
6.9.1 <i>Análisis epistemológico</i>	137
6.9.2 <i>Familias de proposiciones</i>	140
6.9.3 <i>Conocimiento científico de los estudiantes             sin correspondencia con el referente criterio.</i>	143
6.9.4 <i>Análisis cuantitativo</i>	143
TABLA 3	145
TABLA 4	146

## CÉLULA

6.10 <i>La respuesta criterio y las exigencias epistemológicas</i>	148
6.11 <i>Análisis de la respuesta de un estudiante.</i>	153
6.11.1 <i>Análisis de los componentes del discurso.</i>	154

6.11.2 <i>Análisis de correspondencia</i>	159
6.12 <i>Análisis grupal.</i>	
6.12.1 <i>Análisis epistemológico</i>	162
6.12.2 <i>Familias de proposiciones</i>	164
6.12.3 <i>Conocimiento científico de los estudiantes sin correspondencia con el referente criterio.</i>	167
6.12.4 <i>Análisis cuantitativo</i>	168
TABLA 5	170
TABLA 6	171

## SALUD

6.13 <i>La respuesta criterio y las exigencias epistemológicas</i>	173
6.14 <i>Análisis de la respuesta de un estudiante.</i>	176
6.14.1 <i>Análisis de los componentes del discurso.</i>	180
6.14.2 <i>Análisis de correspondencia</i>	183
6.15 <i>Análisis grupal.</i>	
6.15.1 <i>Análisis epistemológico</i>	186
6.15.2 <i>Familias de proposiciones</i>	187
6.15.3 <i>Conocimiento científico de los estudiantes sin correspondencia con el referente criterio.</i>	190
6.15.4 <i>Análisis cuantitativo</i>	191
TABLA 7	192
TABLA 8	193

## VII. EL CASO DEL GRUPO B

### EVOLUCIÓN

7.1 <i>La respuesta criterio</i>	195
7.2 <i>Análisis de la respuesta de un estudiante.</i>	198
7.2.1 <i>Análisis de los componentes del discurso.</i>	200
TABLA 9	201

### GENÉTICA

7.3 <i>La respuesta criterio</i>	202
7.4 <i>Análisis de la respuesta de un estudiante.</i>	203
TABLA 10	205

*BIOMOLÉCULAS*

<i>7.5 La respuesta criterio</i>	206
<i>7.6 Análisis de la respuesta de un estudiante.</i>	209
TABLA 11	211
TABLA 12	213

*CÉLULA*

<i>7.7 La respuesta criterio</i>	215
<i>7.8 Análisis de la respuesta de un estudiante.</i>	218
TABLA 13	219
TABLA 14	222

*SALUD*

<i>7.9 La respuesta criterio</i>	224
<i>7.10 Análisis de la respuesta de un estudiante.</i>	227
TABLA 15	229
TABLA 16	232

VIII. ANÁLISIS DE CONJUNTO (GRUPOS "A" y "B")	233
---	-----

IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	235
----------------------------	-----

CONCLUSIONES	240
--------------	-----

BIBLIOGRAFÍA	246
--------------	-----

ANEXO	258
-------	-----

MAPAS PROPOSICIONALES Y DE CORRESPONDENCIA	259
---	-----

GRÁFICAS	278
----------	-----

**Título de la Tesis:** Organización lógico-conceptual del estudiante de nivel medio básico en el aprendizaje de conceptos científicos.

## ABSTRACT

The purpose of this work is to analyze the logical-conceptual organization the biology students at first and second the biology students at first and second levels of secondary school produce through discourse analysis. This thesis is part of a major project of research on learning and conceptual structuring with a socio linguistic focus.

Five subjects were chosen: evolution, genetics, biomolecules, the cell, and health. These are the most important subjects touched in the biology courses.

For each subject, two exams were applied; one before being expose to theme (pretest) and the second exam two months after having seen this theme (posttest).

A representative sample from each group was analyzed in order to identify: i) the characteristics of their conceptual organization at each time, ii) the level of correspondence with a reference to comparison that contains description, explanation and examples of theme and conceptual transformation, as proposed by the Propositional Analysis Model.

It was found in both groups, that 90% of the individuals, learning was deficient as compared to the cognitive performance expected at this school level. In regard to the internal logical structure of concepts, the test answers from 90% of the students were descriptive and exemplificative. Thus, by leaving outside the explanatory level, logical and epistemological grounding was lost. Under normal classroom conditions, the average student assimilated from a fifth to a seventh of the scientifically Knowledge offered at school. This is in agreement with my hypothesis.

Título de la Tesis: Organización lógico-conceptual del estudiante de nivel medio básico en el aprendizaje de conceptos científicos.

## RESUMEN

El propósito de este trabajo es analizar la organización lógico-conceptual que producen estudiantes del nivel medio básico (secundaria) mediante análisis del discurso. Este estudio es parte de una línea de investigación sobre aprendizaje y estructuración conceptual con un enfoque sociolingüístico. Se comparan los discursos de los estudiantes de dos grupos, con relación a cinco temas: evolución, genética, biomoléculas, célula y salud, los más relevantes de los actuales programas de biología, correspondientes al primero y segundo grados. Para cada tema se aplicaron dos exámenes, uno antes de ser expuestos al tema (pretest) y otro (postest), dos meses después de haber abordado cada uno de los temas. Se analizó una muestra representativa de cada grupo para identificar las características de su organización conceptual en ambos momentos, el nivel de correspondencia con un referente-criterio de comparación y en tres niveles discursivos: descriptivo, explicativo y ejemplificativo, de acuerdo al Modelo de Análisis Proposicional.

Se encontró que en el 90% de los casos, la proporción de conocimiento científico asimilado es deficiente y baja, en relación a la demanda cognoscitiva de este nivel escolar. Desde el punto de vista de su estructura interna de carácter lógico, las respuestas del 90% de los estudiantes fue descriptiva y ejemplificativa y al quedar fuera el componente explicativo, se pierde solidez lógica y epistemológica. El alumno promedio de los grupos analizados asimila entre la quinta y la séptima parte del conocimiento científico al que tiene acceso en condiciones regulares de aula, de acuerdo a las hipótesis planteadas en la metodología.

## INTRODUCCIÓN

La conceptualización que el estudiante de secundaria va construyendo durante las condiciones regulares de aula con base en los programas escolares, presenta diferentes problemáticas en las que convergen diversos factores entre ellos los de tipo institucional y curricular, así como problemas de la enseñanza inadecuada, la dificultad del conocimiento científico, las escasas o nulas estrategias que emplean los estudiantes, todo ello desarrollado en un contexto social que no favorece la claridad y solidez de dicha conceptualización.

La asignatura de biología en secundaria se imparte en el primero y segundo grados. Los programas (plan 93) sustentan un enfoque constructivista, del que se desprende la intención de propiciar la reflexión a través del replanteamiento de su conocimiento previo para acercarlo hacia el conocimiento científico, con base en una transformación conceptual.

En los actuales programas de biología se encuentran estructurados con base en los procesos macrobiológicos y microbiológicos. Sin embargo quedan varias dudas sobre la justificación y explicación de esta secuencia programática. También se hace hincapié en la gran necesidad de lograr aprendizajes significativos, para lo que es necesario la vinculación entre el conocimiento que el alumno posee (ideas previas) con el aprendizaje de nuevo conocimiento.

En esta investigación de tipo teórico-experimental se estudia la construcción del conocimiento en el aula a través del análisis del discurso que generan maestros y alumnos en torno a los contenidos curriculares. Por tanto el discurso se convierte en un medio privilegiado para estudiar los procesos de comunicación durante el proceso de construcción de conocimiento. En este contexto la ciencia se concibe como un sistema socialmente construido de comprensiones, suposiciones y procedimientos compartidos por una comunidad en la que se posibilita la comunicación y el aula como un espacio social donde existen ciertas formas particulares de comunicación y donde el discurso tiene una estructura distinguible y peculiar.

El interés por la realización de esta investigación con un enfoque sociolingüístico parte de la base de que la reconstrucción que hacen los estudiantes de su experiencia con el mundo biológico a través de sus explicaciones y

argumentaciones que se desarrollan durante el acceso al conocimiento en el aula, pueden evaluarse cualitativamente a través del análisis del discurso, ya que las intervenciones argumentativas expresadas en él, activan el conocimiento previo de los estudiantes para ser conectados con en el nuevo conocimiento por aprender, modificando variables y situaciones específicas que permiten articular los procesos de razonamiento necesarios para la comprensión de los conceptos científicos, puesto que el discurso escolar, así como el cotidiano y el de la ciencia poseen una organización argumentativa importante para indagar y obtener elementos pedagógicos suficientes con vías hacia la comprensión del proceso de construcción colectiva del conocimiento científico en el salón de clases.

El análisis del discurso en esta investigación se presenta como una aproximación teórico-metodológica al estudio del contenido lógico-conceptual y epistemológico del conocimiento biológico expresado en el contexto educativo de la educación secundaria. La validez epistemológica se analiza a través del estudio de correspondencia, de las estructuras de razonamiento y de la demanda cognoscitiva con la finalidad de indagar en qué medida el conocimiento previo que poseen los estudiantes se vincula con el conocimiento científico en la secuencia de contenidos de enseñanza y así poder, posteriormente, originar estrategias didácticas que faciliten la construcción del conocimiento científico.

Cabe señalar que antes de iniciar este trabajo se realizó un estudio exploratorio con el tema de biomoléculas para aplicar la metodología, reestructurar los instrumentos hacer adecuaciones pertinentes y evaluar los procedimientos para iniciar el trabajo experimental de esta tesis con mejores elementos metodológicos, los resultados obtenidos en este estudio se encuentran en Campos, M.A.; Cortés, L. y Gaspar. S. (1999).

El trabajo de campo se centró en el estudio de las respuestas de los estudiantes en los exámenes escritos (pre y postest) con el propósito de investigar las características de su organización conceptual y su estructura epistemológica en el contexto de la asimilación de los temas más relevantes de la biología propuestos por los programas oficiales de la SEP, en un escenario natural como es el aula, así como su correspondencia con criterios preestablecidos (criterio del profesor, o de un experto). Se realizó en la Escuela Secundaria Anexa a la Normal Superior, durante los ciclos escolares 1996-1997 y 1997-1998. A los estudiantes del grupo V-6 (Grupo "A") y a los estudiantes del grupo M-6 (Grupo "B") se les aplicó un pretest ( $O_1$ ), para la medida de la variable independiente (x) y después del abordaje del tema, la aplicación de un postest para la medida de la variable

dependiente (O<sub>2</sub>), el primero con el objeto de identificar y analizar el conocimiento previo de los estudiantes y el segundo para evaluar la transformación conceptual en torno a los siguientes conceptos: evolución, genética, biomoléculas, célula y salud, a través del análisis de las proposiciones generadas en su discurso, con base en el Modelo de Análisis Proposicional (MAP) de Campos y Gaspar (1996). El efecto del tratamiento se comprobó cuando se compararon los resultados del postest con el pretest (O<sub>1</sub> X O<sub>2</sub>).

Al finalizar esta investigación se encontró como unos de los resultados más controvertidos que los alumnos investigados, poseen un conocimiento previo elevado sobre el tema de salud, aprendizaje significativo adecuado sobre los temas de drogadicción, alcoholismo, enfermedades respiratorias y sida. Mientras que los resultados de los postest sobre los temas de evolución, genética, biomoléculas y célula, mostraron una gran dificultad por parte de los alumnos de expresar con claridad las ideas básicas, especialmente, en relación a la teoría sintética de la evolución, las leyes de Mendel, las diferencias entre biomoléculas y polímeros sintéticos y los procesos de división celular (mitosis y meiosis), conceptos, que el modelo curricular propone como fundamentales para el estudio de la biología.

Los temas en los cuales los estudiantes presentaron de mayor a menor dificultad en sus conceptualización fueron: *evolución, genética, biomoléculas, célula y salud*. Cabe señalar que los programas curriculares presentan dicha secuencia y por los resultados obtenidos se muestra que los estudiantes de secundaria abordan primero los temas de mayor a menor dificultad para ellos.

Con los resultados obtenidos y analizados sobre la organización lógico-conceptual del estudiante de secundaria en torno a los temas señalados, se aportan consideraciones de orden teórico y práctico que coadyuvan a la reformulación de la secuencia de contenidos programáticos en la asignatura de biología en la escuela secundaria.

## I. EL PROBLEMA EMPÍRICO

### 1.1 La enseñanza de la ciencia

Existe un acuerdo universal en que la enseñanza de la ciencia es de suma importancia, son múltiples las ideas sobre la manera de enseñarla, algunas de las cuales han sido muy atractivas y aplicadas por sistemas educativos de todo el mundo. Sin embargo los logros de los estudiantes, siguen siendo pobres, incluso muchos de los que tienen éxito sólo adquieren una comprensión superficial y frágil; y la mayoría de ellos se encuentran, más hartos de la ciencia que interesados en ella.

Muchos factores intervienen en esta problemática, de los cuales uno muy importante es el conjunto de características del conocimiento científico *per se*, cuya enseñanza y aprendizaje en términos apropiados para los estudiantes de educación básica sin arriesgar su coherencia interna, y rigor científico no es nada sencillo. Por ejemplo, uno de los principales objetivos de la ciencia es desarrollar principios con un poder de explicación cada vez mayor, lo cual es característicamente abstracto y debe entenderse en términos procesuales.

Vivimos en un mundo tecnológico donde cada uno de nuestros movimientos es canalizado por los productos de la ciencia y está influido por ellos. Es necesario enseñar ciencia para formar científicos, personas que quieran llegar a ser científicos y porque el aprendizaje de la ciencia tiene un valor potencial para todo el mundo en su vida cotidiana, independientemente de que se enfrente formalmente o no a un problema científico. Según este argumento, tener algún tipo de formación científica dota a la persona de conocimiento pero también de actitudes, aptitudes y valores, necesarios para afrontar muchos problemas de su vida cotidiana, independientemente de cual sea la carrera o del tipo de vida que decida seguir. Es necesario fomentar el interés de los estudiantes por el aprendizaje de conceptos científicos, introducirlos en las distintas nociones y prácticas que caracterizan este tipo de pensamiento.

Existen muchos argumentos y razones de peso, por lo que es necesario aprender ciencia en la escuela, no hay educador razonable que niegue que alguna forma de enseñanza, de y sobre ciencia, debe formar parte de un intento general de equipar a los jóvenes para que puedan enfrentarse de la mejor manera al mundo actual.

Muchos docentes deseamos lograr que nuestros alumnos sean usuarios analíticos y críticos de los productos de la investigación y habituarlos a que en sus estudios, durante su trabajo y en su formación continua apliquen los criterios e instrumentos de la investigación científica

Las ciencias experimentales incluyen principalmente a la física, la química y la biología. Cada una presenta objetivos, metodologías, procedimientos específicos sobre bases filosóficas y epistemológicas particulares, por lo que es importante tomar en cuenta esa diferenciación en el momento de seleccionar los contenidos escolares, secuencias temáticas y estrategias para su enseñanza y aprendizaje.

La educación básica en México ha tenido un crecimiento acelerado de la matrícula, llegando a más de 14 millones de alumnos en la actualidad (Campos, M.A.; Sánchez, C.; Gaspar, S.; Paz, V. 1999). Este crecimiento ha permitido incrementar la atención a la demanda y captar diversos grupos de la población. No obstante, frente a este logro, se contraponen problemas relativos a la calidad de la enseñanza y del aprendizaje. En particular, existen diversos problemas pedagógicos que tienen que ver con estrategias de enseñanza, formas de acceder al conocimiento y el desarrollo de habilidades. (Campos et al, 1999b).

En el contexto de los cambios curriculares en casi todos los países de América en la presente década, las reformas están dando atención a la ciencia como indagación, con base en conceptos integradores como el cambio, la permanencia y la organización. La indagación se traduce en un entendimiento de conceptos dentro de procesos y disposiciones a la actividad científica (ib p-40).

En el caso de la biología, uno de sus objetivos epistemológicos es analizar los sistemas vivos, desde los puntos de vista estructural, funcional y molecular, de acuerdo con las explicaciones de la teoría evolutiva, motivo por el cual se seleccionaron los conceptos de evolución, genética, biomoléculas, célula y salud como los contenidos más relevantes del programa escolar.

El proceso de enseñanza y aprendizaje de la biología en el aula, involucra distintos factores de operación, como son la influencia del contexto en sus niveles inmediato y estructural, el conocimiento previo del estudiante, su motivación y las estrategias de enseñanza que emplean los docentes. Sobre esta base teórico-metodológica se desprenden en primera instancia, en el contexto de aula, las siguientes interrogantes:

## ***1.2 Preguntas de investigación***

- *¿Qué características presenta la organización conceptual del estudiante de secundaria con relación a los conceptos biológicos?*
- *¿En qué niveles de construcción del conocimiento se ubica el discurso de los estudiantes de secundaria?*
- *¿Qué nivel de asimilación adquiere el estudiante en correspondencia con el conocimiento que proporcionan los profesores en condiciones regulares de aula?*
- *¿En qué medida existe una transformación conceptual del estudiante después del abordaje de los temas en cuestión?*
- *¿Qué características presenta el conocimiento tácito y formal de los estudiantes en torno a los conceptos biológicos?*

Para dar respuesta a las preguntas anteriores, se realiza la presente investigación en la cual se analizan las características de la organización lógico-conceptual del estudiante mediante el análisis del discurso, se identifica su correspondencia con la conceptualización científica de los temas en cuestión con criterios de referencia.

Desde el punto de vista psicopedagógico, lo anterior es de suma importancia para poder identificar los problemas conceptuales que presentan los estudiantes en la comprensión del conocimiento biológico, ya que tienen incidencia en la estructuración y validez conceptual, en el desarrollo y uso de habilidades cognitivas y en las estrategias de razonamiento, procesos todos fundamentales en el proceso de construcción de conocimiento científico.

## ***1.3 La enseñanza de la biología en la Escuela Secundaria***

En cualquier nivel educativo es muy importante que los docentes generen la idea en sus alumnos de que el camino y los productos de la ciencia son cambiantes y que están relacionado con el mundo real e inmediato de la naturaleza y con la sociedad. Debe evitarse que la imagen de la ciencia que reciban los alumnos sea la de algo abstracto y altamente complejo.

Es esencial que los estudiantes asimilen la existencia de criterios y normas del proceder científico universalmente válido, pero igualmente que comprendan que no hay un método científico único, formado por etapas rígidas, es decir una secuencia de pasos que no pueden variar, sino al contrario, que asuman la creatividad metodológica como parte importante del avance científico.

En relación a la enseñanza de la biología es necesario establecer que uno de los temas más importantes de esta ciencia es la teoría evolutiva, la que es considerada por los expertos como el soporte esencial para el aprendizaje de los conceptos biológicos (Ruiz, 1998). Es innegable que el estudio de la teoría evolutiva posee una gran importancia científica y social, base sobre la cual se argumenta su inclusión en la educación básica. Su comprensión permite conocer la naturaleza misma de la explicación del mundo biológico. Sin embargo los resultados obtenidos hasta ahora, demuestran que los estudiantes no logran establecer con claridad los principios de la teoría evolutiva moderna y mucho menos aplicarla, un ejemplo se demuestra en los discursos emitidos por ellos, sobre la ejemplificación de casos concretos en relación al fenómeno evolutivo en diferentes estudios a nivel mundial (Guillén, 1997).

De lo anterior surge la polémica entre los diseñadores de currícula y los biólogos, si el tema de evolución debe incluirse en los contenidos programáticos de la educación básica o debe postergarse hasta la preparatoria (Sahyer, 1974). Mientras que autores como Engel y Wood, (1985) y otros como Deadman y Kelly, (1978), recomiendan el empleo de estrategias didácticas más efectivas para la clarificación de los conceptos sobre evolución.

Gough (1978) citado en Guillén (1998) sugiere que el estudio de las explicaciones darwinianas sobre evolución es muy importante en el medio escolar, ya que permite comprender la naturaleza misma de la explicación científica.

Engel y Wood (1985b) indican que los alumnos que llegan a la secundaria a la edad de 11 años, poseen ya un acervo importante de conocimiento sobre el tema de evolución, adquirido a través de medios de comunicación informales y en el nivel educativo anterior y señalan como un problema pedagógico el hecho de que los estudiantes no tengan contacto formal con el tema hasta la preparatoria.

En el plano curricular, es necesario entender la estructura de la temática curricular que señala los criterios para seleccionar, organizar y ubicar los contenidos de

enseñanza y la estructura didáctica tendiente a facilitar el proceso de aprendizaje en los estudiantes.

En el primer caso, lo importante es la elección de conceptos; en el segundo caso la elección de actividades con un componente significativo (Guillén, 1996). Esta diferenciación es importante, ya que permite evitar la suposición de que la falla en la estrategia para enseñar los conceptos, implica necesariamente la imposibilidad de enseñarlo en alumnos de este nivel educativo (Novak, 1988).

Un problema detectado empíricamente a nivel curricular es la inadecuada secuencia temática. En los programas vigentes de biología, por ejemplo, el tema de la teoría sintética de la evolución se encuentra en la segunda unidad del primer curso, mientras que el subtema de mutación está incluido en la última de las cinco unidades, concepto fundamental para la comprensión de dicha teoría. (Plan y Programa de la SEP, 1993)

En cuanto a los contenidos sobre genética, éstos son incluidos en la última unidad del primer curso (los estudios de Mendel, sus leyes, etc.) pero es hasta la segunda unidad de segundo grado cuando se estudia la meiosis, concepto básico para la comprensión de los principios mendelianos.

Otro problema curricular que influye es la dosificación de los contenidos programáticos, que presenta incongruencia con la carga horaria establecida (3 horas semanales para el primer curso y 2 horas para el segundo) motivo por el cual todos los profesores entrevistados argumentan no alcanzan a abordar totalmente los contenidos programados, especialmente los temas de genética y salud durante el ciclo escolar. La alternativa ha sido reajustar la secuencia programática en forma particular.

A nivel de formación docente, el problema detectado es la falta de manejo de los contenidos, algunos profesores no poseen la claridad necesaria sobre los temas que enseñan a los alumnos, por ejemplo, en cuanto a las principales características y diferencias que existen entre las teorías evolucionistas (Lamarck, Darwin, Teoría Sintética de la Evolución). Este problema se detectó en el caso de la Profra. del grupo "A", por las respuestas que dio a las preguntas del test. (p-84).

Diversas investigaciones sobre el aprendizaje de la biología indican que este tipo de temas son difíciles de asimilar por los estudiantes ya que no presentan ninguna

significatividad para ellos (Quiroz, 1991). De ahí la necesidad de realizar suficiente investigación educativa en esta línea.

Desde el punto de vista didáctico es importante conocer la forma en que los estudiantes organizan el conocimiento, las ideas previas que poseen para diseñar estrategias de enseñanza eficientes, que permitan propiciar la asimilación adecuada de los contenidos curriculares especialmente en los conceptos carentes de significado para los estudiantes.

#### ***1.4 Los programas oficiales***

En los planes y programas de estudio para la secundaria elaborados por la Secretaría de Educación Pública (1993) se expresa, en relación a la enseñanza de la ciencia, que el aprendizaje de los conceptos científicos, debe tener una estrecha relación con el ámbito social y personal de los estudiantes.

“Se pretende que los estudiantes adquieran los elementos básicos de una cultura científica que les permita enriquecer su visión del mundo y valorar los beneficios que aporta la ciencia a la humanidad”.

“Se hace hincapié en la gran necesidad de lograr aprendizajes significativos, para lo que es necesario la vinculación entre el conocimiento que el alumno posee con el aprendizaje de nuevo conocimiento”.

“Los contenidos de enseñanza se ubicaron nuevamente en materias por asignatura con el objeto de generar no una fragmentación del conocimiento, sino por el contrario, interrelacionar el conocimiento para presentarlo dentro de un panorama global que facilite las explicaciones integradoras, además de desarrollar en el estudiante la noción de la actividad científica como una herramienta que favorezca el conocimiento de la naturaleza, propiciando habilidades y capacidades para resolver problemas.”

La enseñanza de la biología en la secundaria tiene el propósito general de incrementar el conocimiento del mundo viviente, y para ello se plantearon los siguientes propósitos particulares: a) estimular el interés por la actividad científica para el conocimiento del mundo vivo, b) desarrollar actitudes de responsabilidad en el cuidado de la salud y del ambiente y c) propiciar en el alumno habilidades metodológicas para resolver problemas.

La elección de los contenidos para la elaboración de los programas de secundaria fueron estructurados principalmente bajo la siguiente supuestos teórico-pedagógico: Presentar en primer orden los conceptos más generales y de carácter unificador, con el objeto de brindar al alumno los elementos que le permitan construir nuevos significados con base en esquemas previos más generales e integradores. En este sentido los programas proponen que los procesos microbiológicos (evolución, eras geológicas, ecología y genética) se integran con más facilidad en el universo conceptual de los estudiantes de primero de secundaria, mientras que los procesos más particulares (las biomoléculas, la estructura celular, el funcionamiento del cuerpo humano, la reproducción humana y la salud) son más adecuados en segundo grado por se aspectos microbiológicos. A mi parecer los temas de reproducción humana, salud y el papel del hombre en la transformación del planeta no los considero procesos microbiológicos.

Los títulos de las unidades que conforman el primer curso de biología son:

Unidad I. El mundo vivo y la ciencia que lo estudia

Unidad II. Evolución

Unidad III. Los seres vivos y el planeta tierra

Unidad IV. Ecología

Unidad V. Genética

Los títulos de las unidades correspondientes para el segundo curso son:

Unidad I. Niveles de organización de la materia viva

Unidad II. La célula

Unidad III. Funciones de los seres vivos

Unidad IV. Reproducción humana

Unidad V. La salud

Sin embargo en ninguno de los documentos elaborados por la Secretaría de Educación Pública se explican los fundamentos filosóficos, epistemológicos y psicopedagógicos que condujeron a estructurar la secuencia de temáticas del programa escolar. Tampoco se cita ningún trabajo de investigación que sustente los postulados psicopedagógicos o que haya servido de punto de partida para la elaboración del diseño curricular, por ejemplo no aporta mayor explicación del por qué la reproducción humana y los temas de salud fueron considerados como procesos microbiológicos.

El programa de estudios se circunscribe a un listado de temas en donde no se recuperan los conceptos integradores como es el caso de la teoría evolutiva. Tampoco se señalan las estrategias didácticas que requiere el docente para recuperar el conocimiento previo de los estudiantes y conectarlo con el conocimiento nuevo con el objeto de lograr aprendizaje significativo (Ausubel, 1973).

El programa escolar no expresa mayor explicación sobre la forma de llevar a cabo la resolución de problemas, propuesta, como estrategia didáctica y adolece de elementos explicativos que permitan relacionar el conocimiento biológico con el conocimiento que aportan las demás ciencias.

## **PRIMERA PARTE: FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

### **II. EL APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS CIENTÍFICOS EN LA ESCUELA SECUNDARIA.**

#### ***2.1 El conocimiento científico***

Nuestra vida cotidiana está poblada de diversos aparatos y mecanismos que serían inconcebibles sin el recurso de la ciencia y sus derivaciones y a su vez el avance de la ciencia y la tecnología han facilitado la diversificación y complejidad crecientes de las sociedades por lo que se ha llegado a demandar un aprendizaje de conocimiento científico cada vez mayor a las nuevas generaciones.

Cuando el conocimiento carece de coherencia lógica, evidencia empírica, formas rigurosas de generación e interpretación de datos y estructura discursiva formal, se dice que es conocimiento personal/cultural (Banks, 1993), de sentido común (Davis, 1990) o tácito (Polanyi, 1975; Le Compte y Preissle, 1992), el cual se aprende a través de la experiencia por transmisión verbal o imitación.

De acuerdo a Campos y Gaspar, el conocimiento tácito puede adquirir diferentes niveles de formalización de acuerdo con diversos criterios de generación y justificación. De esta forma se intenta establecer coherencia en las explicaciones de los fenómenos o procesos que se desean comprender (Polanyi, 1975) y con ello se producen descripciones y explicaciones que se consideran racionales y adecuadas.

El conocimiento científico se diferencia del no científico por su explícito y amplio contenido categorial, su compleja red de conexiones lógicas, sus referencias factuales y sus formas de elaboración, lo cual establece criterios de validez. A este tipo de conocimiento LeCompte y Preissle (ib), lo llaman conocimiento formal.

El conocimiento tácito tiene una racionalidad en términos de las estructuras lógicas generadas y utilizadas en la actividad cognitiva, mientras que la racionalidad del conocimiento formal posee otras, en forma sistematizada y validadas por las comunidades científicas.

Jiménez Aleixandre y Sanmartí (1997), establecen cinco metas o finalidades de la educación científica.

- 1) El aprendizaje de conceptos y la construcción de modelos.
- 2) El desarrollo de destrezas cognitivas y de razonamiento científico
- 3) El desarrollo de destrezas experimentales y de resolución de problemas
- 4) El desarrollo de actitudes y valores
- 5) La construcción de una imagen de la ciencia

José Ignacio Pozo (1998) traduce estas metas en tres tipos de contenidos concretos de la enseñanza de la ciencia, a través de los cuales se desarrollarían en los alumnos las capacidades correspondientes a esas finalidades. Estos son:

- 1) Verbales o conceptuales
- 2) Procedimentales
- 3) Actitudinales

La finalidad de lograr el aprendizaje de conceptos y la construcción de modelos requeriría superar las dificultades de comprensión e implicaría trabajar los contenidos verbales, desde los más específicos y simples (los hechos o datos) a los conceptos disciplinares específicos, hasta alcanzar los principios estructurantes de las ciencias.

El desarrollo de destrezas cognitivas y de razonamiento científico, así como el de destrezas experimentales y de resolución de problemas, se ubican en la categoría de contenidos procedimentales, lo cual implica superar limitaciones específicas en el aprendizaje tanto de técnicas o destrezas como de estrategias de pensamiento y aprendizaje.

El desarrollo de actitudes y valores, exigirá que los contenidos se reconozcan explícitamente como una parte constitutiva de la enseñanza de las ciencias, que deben promover normas que regulen las conductas y valores más generales, que permitan sustentar e interiorizar en los alumnos esas formas de comportarse y de acercarse al conocimiento científico.

Construir una imagen de la ciencia requiere no solo conocer los hechos, conceptos y principios que caracterizan a la ciencia, o la forma en que el discurso científico

analiza la realidad, la estudia e interroga, sino también adoptar una determinada actitud en ese acercamiento y adoptar ciertos valores en su análisis.

## **2.2 Definición de Concepto**

La definición de concepto según Novak y Gowin (1984, p-22) “es una regularidad en los acontecimientos o en los objetos que se designa mediante algún término”. Los conceptos desde la perspectiva del individuo, son las imágenes mentales que provocan en nosotros las palabras o signos con los que expresamos regularidades. Esas imágenes mentales tienen elementos comunes en todos los individuos y matices personales, es decir, nuestros conceptos no son exactamente iguales, aunque usemos las mismas palabras. “los significados son idiosincráticos por naturaleza” (ob.cit.,p-169). Este carácter idiosincrático se explica por la forma peculiar de cada uno de captar inicialmente el significado de un término, la experiencia acumulada sobre la realidad a la que alude, los sentimientos que provoca, etcétera.

De acuerdo a la definición de Tennysony Park (1980), un concepto se define como una serie de objetos, símbolos o acontecimientos que comparten características comunes (atributos definitorios) y por tanto pueden ser aludidos por un nombre o símbolo particular.

De acuerdo a Campos y Gaspar (1996<sup>a</sup>, p-55) los conceptos son organizaciones conceptuales, dado que para hablar de ellos se requiere utilizar otros conceptos. Los conceptos se relacionan entre sí de muchas formas lógicas, se ubican descriptiva o explicativamente en las teorías a que pertenecen.

Según Kelly y Crawford (1997) los conceptos son unidades de pensamiento que organizan la experiencia y proporcionan una base para la generalización y la realización de pensamiento de orden superior.

## **2.3 El aprendizaje de conceptos**

La investigación sobre aprendizaje de conceptos sugiere establecer primero la definición de los conceptos y sus atributos definitorios, presentando a continuación ejemplos positivos y luego presentando ejemplos negativos.

Según Novak y Gowin (1984), lo importante es seleccionar los conceptos y elegir actividades con un componente significativo, es decir algo que tenga significado

para los estudiantes. La diferenciación es importante para evitar la suposición de que la falla en la estrategia para enseñar un concepto implica necesariamente la imposibilidad de enseñarlo en este nivel educativo. De acuerdo a este supuesto la enseñanza de la biología debe considerar las estrategias adecuadas que permitan a los estudiantes enlazar los contenidos con aquellos aspectos sociales que posean gran significatividad para ellos.

Los psicólogos educativos (citados en Good y Brophy, 1997) han acumulado una gran cantidad de información respecto al aprendizaje de conceptos para inspirar el diseño de métodos para la enseñanza de conceptos.

#### ***2.4 El aprendizaje de conceptos científicos***

Según Vygotsky (1934/1992) los conceptos científicos no se transmiten, se forman a través de varias etapas.

1a. También llamada de las "*categorías sueltas*".

2a. En la que se forman los "*complejos*", es una transición en la que se da la asociación de ideas, pero de una manera inestable.

3a. De los "*conceptos potenciales*", que es la transición entre conceptos espontáneos y conceptos científicos.

4a. En la que se elaboran los "*conceptos genuinos o científicos*", con las siguientes características: abstractos, sistematizados, comunes a una cultura, entre otras).

De acuerdo a Vygotsky (ib.) los conceptos se asimilan en la medida que se realiza:

- Interacción verbal
- Se desarrollan habilidades mentales (básicas y superiores)

La palabra funciona como una "herramienta" del pensamiento.

Lo anterior nos señala que el proceso de construcción del conocimiento se da en varias etapas, cada una puede durar un lapso de tiempo variable dependiente del acceso a nuevo conocimiento del aprendiz y el docente debe considerar esta secuencia para proporcionar ayudas pedagógicas con el fin de acortar y mejorar el proceso

En el aula deben propiciarse actividades que permitan a los alumnos llegar a la última etapa de este proceso.

### ***2.5 La biología y sus exigencias epistemológicas***

La biología es una ciencia en la que la observación y la comparación son herramientas fundamentales, su objeto de estudio son las características comunes a todos los seres vivos, los principios generales que determinaron su origen y que han orientado su evolución y los procesos que permiten el mantenimiento de la vida (Ruiz, 1996a)

Las cuestiones epistemológicas son de interés en la práctica científica, puesto que orientan el desarrollo de la teorías y conceptos de las ciencias. El conocimiento del cuerpo teórico de una ciencia es parte integral de la formación en esa ciencia.

Tener claridad en los conceptos y teorías de las ciencias implica entenderlas como el conjunto de respuestas que se han dado a los fenómenos naturales y de los métodos con que se han adquirido tales respuestas. Esto permite no sólo comprender el contexto científico general y poder integrar en él los resultados obtenidos, sino también afrontar sistemáticamente los problemas nuevos y las formas de resolverlos (Ruiz, 1998).

La complejidad biológica está organizada en diferentes niveles, que van desde la generación de biomoléculas hasta la conformación de sociedades, pasando por agregados macromoleculares, organelos subcelulares, células, tejidos, órganos, aparatos, sistemas, organismos y poblaciones.

La materia inanimada o inerte (que no tiene vida) también se organiza jerárquicamente, pues las partículas elementales forman átomos, que a su vez integran moléculas. Sin embargo la complejidad biológica es mucho mayor que la que logra el mundo inerte. Según Ruy Pérez Tamayo (citado en Plan y programas de la SEP, 1993) la estructura de una sola célula de mamífero es bastante más complicada que todo el sistema planetario, así los sistemas biológicos resultan, en varios órdenes de magnitud, más complejos que cualquier sistema no viviente.

El mundo biológico se distingue del mundo inanimado en que el primero posee un programa genético que ha evolucionado a través del tiempo y que está incluido en la estructura molecular del ADN, éste hecho confiere a los seres vivos una

dualidad peculiar, llamada genotipo y fenotipo. El primero es constante (excepto por mutaciones) y se transfiere en forma hereditaria; en cambio, el fenotipo es la expresión concreta y visible de la interacción entre el genotipo y el ambiente.

El programa genético es el resultado de una historia que se remonta a los orígenes de la vida, permite a los organismos vivos el comportamiento dirigido a alcanzar objetivos prefijados (comportamiento teleonómico). Como cada programa genético es una combinación única en cientos de miles de genes distintos, las diferencias no pueden expresarse cuantitativamente sino sólo en términos cualitativos, con lo que la cualidad se convierte en uno de los aspectos dominantes en el estudio de los seres vivos.

Una forma de comportamiento peculiar a los seres vivos es su organización en grupos conocidos como *poblaciones*. En 1859 Darwin en su libro el origen de las especies, introdujo el concepto de poblaciones variables formadas por individuos únicos y, por lo tanto, diferentes entre sí. Las variaciones de un individuo a otro dentro de una población son la realidad de la naturaleza, mientras que el individuo promedio es una abstracción estadística.

No existe ningún elemento en el mundo inerte que corresponda a las características de una población, en la que un conjunto de organismos presenta variabilidad en diversas características. Esta variabilidad es el sustrato sobre el cual actúa la *selección natural*, concepto básico para la comprensión de la teoría evolutiva.

La variabilidad del mundo biológico ha determinado que el concepto de ley (entendida como una regla universal) haya desaparecido de la biología contemporánea, porque en el campo de la biología existen diversas formas de explicar un fenómeno. Por ejemplo, una adaptación particular puede ser producida por varias vías. Así pues, las teorías biológicas son generalizaciones de aplicación limitada y frecuentemente llenas de excepciones

En las ciencias biológicas, el papel de la experimentación por un lado, y de la observación por el otro, se comprende mejor en función de la clasificación de Mayr (1982) de los estudios biológicos. Este autor considera que en realidad no hay una sino dos biologías, la *funcional o de las causas proximales*, en las que se consideran los aspectos funcionales de la biología y la *evolucionaria o de las causas últimas*, en las que se consideran los aspectos de la biología evolutiva.

Ambas biología son igualmente válidas e importantes y deben considerarse al establecer la sustentación epistemológica y filosófica de esta ciencia.

**Evolución.** Autores como Mayr (1982), Dobzhansky (1983) y Rosenberg (1985), consideran la evolución como la teoría unificadora de la biología. Sobre el concepto de evolución Dobzhansky (1983) expresa lo siguiente:

“La evolución orgánica constituye una serie de transformaciones parciales o completas o irreversibles de la composición genética de las poblaciones, basadas principalmente en interacciones alteradas con el ambiente”.

La evolución de un tipo dado de organismo ocurre en el transcurso de muchas generaciones durante las cuales los individuos nacen y mueren, pero la población tiene cierta continuidad. En consecuencia, la unidad en evolución no es el individuo sino una *población* de individuos. El conjunto de individuos similares que viven en zonas circunscritas y se cruzan entre sí recibe el nombre de *población genética*. Sus límites territoriales son difíciles de definir y el número de individuos que lo constituyen fluctúan ampliamente con el tiempo. La unidad inmediata más grande de población en la naturaleza es la *especie*.

La evolución es un hecho en donde se relacionan los cambios ambientales y los organismos mediante mecanismos genéticos. La teoría evolutiva intenta explicar por qué un organismo llegó a ser lo que es mediante los cambios del programa genético a través del tiempo, con características derivadas de un ancestro, o características nuevas que aparecen en las poblaciones (Ruiz, 1998).

El proceso evolutivo se estructura a partir de cuatro ideas fundamentales: (1) el mundo y las especies cambian, los cambios son puntuados (cambios súbitos y graduales), existe descendencia común (número limitado de tipos morfológicos), y todo ello sucede mediante selección natural, variación y adaptación al medio. La característica esencial del proceso de evolución es un cambio gradual en las frecuencias de genes de una población. Las poblaciones genéticas y especies observables en la naturaleza suelen conservarse invariables durante siglos o generaciones, lo cual significa que no se han producido cambios en la constitución genética de las poblaciones ni alteraciones en los factores del medio que determinan la supervivencia.

Las ideas evolutivas son muy complejas debido a que cada una de ellas representa grandes categorías que se basan en conceptualizaciones amplias que poco a poco van describiendo una gran cantidad de procesos articulados que permiten entender

las variaciones y modificaciones de los seres vivos, desde los organismos unicelulares hasta los pluricelulares de gran complejidad, incluyendo al ser humano. Todo ello establece las exigencias teóricas que los escolares requieren comprender. Esta conceptualización no es fácil de asimilar en poco tiempo, aunque ha habido experiencias educativas que muestran cómo abordarla (Guillén, 1996, Sánchez, M.C., 2000).

**Genética.** En 1900 se redescubrieron los trabajos de Mendel y se fundó de manera formal la genética, rama de la biología que se ocupa de los fenómenos de herencia y variación, y estudia las leyes que rigen las semejanzas y diferencias entre individuos con ascendientes comunes.

Todos los organismos poseen un programa genético que ha evolucionado a través del tiempo y que se codifica en la estructura molecular del ADN.

Gregor Mendel, abad austriaco que crió guisantes en el huerto de su monasterio en Brno, logró descubrir las leyes básicas de la genética. Estudió la herencia de caracteres contrastantes. Llevó registro de la herencia de siete pares de rasgos claramente contrastantes como semillas amarillas frente a semillas verdes, de lo cual postuló, entre otros, sus conceptos de *dominancia y recesividad*.

La primera ley de Mendel, llamada también, “ley de la pureza de los gametos o ley de segregación” establece que los genes se encuentran en pares en los individuos, pero en la formación de gametos cada gen segrega (separa) del otro miembro del par y pasa a un gameto diferente, de modo que cada gameto tiene uno, y solamente uno de cada tipo de gen.

La segunda ley de Mendel, “ley de la segregación independiente”, se pone de relieve por este segundo cruce. Esta ley establece que los miembros de un par de genes se separan o segregan de cada uno de los otros durante la división celular conocida como “la meiosis” con independencia de lo que hagan otros pares, de modo que se reparten al azar en el gameto resultante (esta ley no se aplica si los dos alelos están situados en el mismo cromosoma).

El alelo es cualquiera de un grupo de formas alternantes de un gen. De acuerdo con las leyes de Mendel si un alelo es dominante (D) con respecto al otro, que es recesivo (d), entonces se va a manifestar fenotípicamente el alelo dominante en el 75% de la población, donde el 50% serán heterocigotos y el 25 % homocigotos dominantes. En un 25% de la población el alelo expresado será el recesivo y esa

población será homocigota para ese alelo. Los alelos que codifican para caracteres diferentes se segregan independientemente unos de otros (Cortés, L. y Uribe, S. 2000<sup>a</sup> p-93).

La genética se ha desarrollado aceleradamente en los últimos años, precisamente por el gran cúmulo de conocimientos sobre las bases moleculares de la expresión genética y la determinación de las estructuras de las proteínas a partir del material hereditario.

El código genético de varias especies biológicas se ha ido descifrando por medio del empleo de polinucleótidos sintéticos (biomoléculas sintéticas) que han sido utilizados a modo de mensaje artificial.

**Biomoléculas.** El estudio de la bioquímica se inicia con la caracterización de las biomoléculas, las cuales están presentes en todos los seres vivos e intervienen en su metabolismo, es decir, el conjunto de reacciones químicas que un organismo es capaz de llevar a cabo, su estudio ha permitido llegar a la conclusión de que las pautas metabólicas son muy similares en todos los seres vivos.

Los principales grupos de biomoléculas son: carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos y esteroides. Algunos se necesitan para suministrar energía, otras para recuperar la integridad estructural de la célula, regular el metabolismo y transmitir la información genética.

Los carbohidratos son compuestos que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno. Estos bioelementos se encuentran a razón aproximadamente de 1(C): 2(H): 1(O) . Los azúcares, los almidones y las celulosas son ejemplos de carbohidratos. El glucógeno o almidón se divide rápidamente en su componente básico, la glucosa, la cual se metaboliza para liberar energía. Los átomos de carbono pueden unirse entre sí y con otros para formar compuestos con variedad casi infinita. (Villegas, 1995 p-25)

Los lípidos o grasas están formados también por carbono, hidrógeno y oxígeno, pero proporcionalmente tienen mucho menos oxígeno que los carbohidratos. Son de consistencia grasosa u oleosa; algunas como el sebo de res o el tocino, son sólidas a temperaturas ordinarias; otras son líquidas (aceite de oliva, aceite de hígado de bacalao). Cada molécula de grasa está formada por una de glicerina y tres de ácido graso. Los ácidos grasos son cadenas largas de átomos de carbono.

Las grasas o lípidos son importantes como combustible y como componentes estructurales de las células, especialmente de las membranas celulares.

Los lípidos son un almacén de energía muy eficiente. En el metabolismo, 1 g de lípidos genera el doble de energía que 1 g de carbohidrato o de proteína. Esa diferencia aumenta aún más porque los lípidos se pueden almacenar completamente libres de agua, mientras que los carbohidratos siempre están hidratados. (Cortés, L. y Uribe, S., 2000b p-14)

Las proteínas son compuestos a base de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y generalmente azufre y fósforo. Las moléculas de proteínas están formadas por componentes más simples llamados *aminoácidos*. Cada proteína contiene centenares de aminoácidos combinados con cierta proporción en un orden particular. (Vilce, 1995 p-29).

Todas las enzimas, algunas hormonas y muchos componentes estructurales importantes de la célula son proteínas. Sus funciones principales son la de servir como catalizadores biológicos (actividad enzimática) y como reguladores de los procesos celulares.

Las proteínas también son empleadas por la célula para producir energía metabólica.

Las proteínas se hallan entre las mayores moléculas que existen en las células, y comparten con los ácidos nucleicos la distinción de una gran complejidad y variedad.

Los ácidos nucleicos son biomoléculas complejas, poseen carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y fósforo. Incluyen al ácido desoxirribonucleico (ADN) y al ácido ribonucleico (ARN). El primero contiene la información genética por lo que se considera el centro de control celular. Ambos ácidos nucleicos son de capital importancia en el almacenamiento y transferencia de la información hereditaria, fundamental para llevar a cabo el proceso de síntesis de proteínas específicas y otras moléculas.

El DNA se encuentra en los cromosomas del núcleo de la célula y, en cantidades mucho menores, en mitocondrias y cloroplastos. Es el principal depósito de información biológica. (Vilce, 1995 p-30).

Los polímeros sintéticos aunque al igual que las biomoléculas son macromoléculas y están formados por largas cadenas carbonadas con monómeros que se repiten y se unen mediante enlaces entre los carbonos (por ejemplo el nylon), no son parte de la constitución de los seres vivos y por lo tanto no son biomoléculas.

**Célula.** Matthias Schleiden y Theodor Schwann, formularon en 1832 la generalización que desde entonces ha llegado a constituir la teoría celular. Esta teoría incluye el concepto de que la célula es la unidad fundamental, tanto de función como de estructura -el fragmento representativo más diminuto que ostenta todas las características de las cosas vivas-. Sus postulados son los siguientes:

La célula es la *unidad anatómica* de todos los seres vivos; todos los seres vivos están formados por una o más células.

La célula es la *unidad fisiológica* de todos los seres vivos; la célula realiza todas las funciones vitales de los seres vivos.

La célula es la *unidad de origen* de todos los seres vivos; toda célula se origina de la división de una célula preexistente.

Existe una distinción importante, a nivel celular, entre los organismos procariontes y eucariontes. La diferencia fundamental entre una célula procarionte y una eucarionte es que la primera no tiene núcleo bien definido (no tiene su material genético separado del resto del citoplasma), mientras que la segunda tiene un núcleo delimitado por una membrana nuclear, dentro de la cual se encuentran los cromosomas. (Libro para el maestro de biología, SEP, 1995 p-224).

En los organismos eucariontes, cada célula contiene un núcleo y está rodeada de una membrana plasmática. Con sus correspondientes excepciones. En las plantas y animales más simples, toda la materia viva se encuentra dentro de una sola membrana plasmática. Estos organismos pueden considerarse unicelulares, o sea de una sola célula, o acelulares, en el sentido de que su cuerpo no está dividido en células. Pero pueden presentar alta especialización de forma y función dentro de esta célula única, que además puede ser muy grande, mayor que todo el cuerpo de algunos organismos multicelulares. (Villem, 1995 p-33).

Todas las células poseen una *membrana plasmática* que las delimita y contienen una sustancia gelatinosa que se conoce como *citoplasma* (Cortés, L. y Uribe, S. 2000b p-23)

Las células animales y vegetales difieren fundamentalmente en tres aspectos: las primeras poseen centriolo del que carecen las células vegetales de especies superiores; en las células vegetales encontramos *plastidios o plástidos* que faltan en los animales; finalmente, las células vegetales poseen una pared rígida de celulosa que les impide cambiar de posición o de forma, en tanto las células animales suelen tener tan sólo una membrana plasmática delgada, con la que pueden desplazarse y modificar su forma. (Villegas, 1995 p-56).

Tanto la célula animal como la vegetal además de las tres estructuras básicas: membrana, citoplasma y núcleo, presentan organelos como los siguientes:

*Mitocondrias.* Se observan como un pequeño frijol formado por dos membranas mitocondriales: la interna y la externa. La interna presenta pliegues que reciben el nombre de crestas mitocondriales. En las mitocondrias se lleva a cabo la respiración celular, que produce gran cantidad de energía.

*Complejo de Golgi.* Llamado también aparato de Golgi. Está constituido por pequeños tubos que tienen la forma de sacos aplastados. Se le ha relacionado con el almacenamiento y la secreción de ciertas sustancias como hormonas y enzimas y con la excreción de sustancias de desecho celular.

*Retículo endoplásmico.* Es un sistema de membranas que conectan a la membrana nuclear con la membrana citoplásmica. En él se encuentran los ribosomas.

*Ribosomas.* Son pequeños cuerpos que semejan dos esferas unidas, una más pequeña que la otra; en ellos se realiza la síntesis de proteínas.

*Lisosomas.* Se observan como pequeños granulosos. Producen enzimas hidrolíticas, que regulan los procesos digestivos de proteínas y carbohidratos (Cortés, L. y Uribe, S. , 2000b p-31).

La duplicación de todos los constituyentes de la célula, seguida de su división celular en dos células hijas, se denomina reproducción celular.

Las células se reproducen por medio de un proceso de división conocido como mitosis. En plantas y animales de reproducción sexual se presenta otro tipo de división que recibe el nombre de meiosis.

La mitosis ocurre en todas las células del cuerpo (células somáticas); en cambio la meiosis sólo se da en las células sexuales, llamadas también células germinales o gametos (óvulo y espermatozoide).

Durante la mitosis, el material del núcleo pasa por cuatro etapas: profase, metafase, anafase y telofase). Entre estas cuatro fases se da una etapa de reposo llamada interfase. En la mitosis ocurre una división y se producen dos células hijas. En la meiosis ocurren dos divisiones y por lo tanto se producen cuatro células hijas. En los seres humanos el número total de cromosomas es de 46 y a las células que tienen este número se les llama *diploides* (células somáticas), mientras que el óvulo y el espermatozoide tienen 23 cromosomas y se les denomina *células haploides* (Cortés, L. y Uribe, S. 2000b p-38).

**Salud.** De acuerdo a la organización Mundial de la Salud, el concepto se define como “el estado completo de bienestar físico y mental y social de un individuo”. Los objetivos y funciones de toda organización para la salud debe ser la de conservar la salud, curar o aliviar la enfermedad y prevenir la muerte. La salud es física cuando se trata del estado del cuerpo, mental cuando se refiere a las emociones y social cuando atañe a las relaciones con los demás seres humanos.

Ruy Pérez Tamayo (citado en Plan y programas de biología para secundaria, 1993) define el concepto de enfermedad como la incapacidad para realizar una o más funciones biológicas con eficiencia normal, que se presenta acompañada de alteraciones específicas de la enfermedad. También se define de acuerdo al conjunto de cambios anatómicos y funcionales, así como por sus causas, sin juicios de valor y sin relación con el tiempo ni el lugar en que ocurre.

Existen tres grandes grupos de enfermedades:

1. Infecciosas o parasitarias, en las cuales intervienen agentes patógenos (gérmenes). Ejemplos de ellas son la tuberculosis, teniasis, etcétera.

2. Orgánicas y degenerativas, en las cuales los tejidos dejan de funcionar o degeneran, como en la diabetes, insuficiencia renal y cirrosis hepática.
3. Neoplásicas, en las cuales hay crecimiento anormal de las células como el cáncer.

Es importante conocer la naturaleza y los agentes que provocan las enfermedades a fin de que puedan prevenirse o acudir al médico oportunamente cuando se hayan contraído.

Algunas formas de prevención para las enfermedades podrían ser:

Para las infecciones gastrointestinales, no comer alimentos en la calle, hervir o purificar toda el agua que se consuma; lavarse las manos antes de cada comida y después de ir al baño, desinfectar frutas y verduras. Para las infecciones respiratorias, evitar en lo posible la exposición a cambios bruscos de temperatura, usar ropa abrigadora en época de frío y atender la enfermedad desde su inicio.

Una forma de evitar enfermedades es a través de la vacunación.

La vacunación consiste en la introducción de agentes infecciosos debilitados o muertos, o bien productos de estos organismos al cuerpo humano para que se desarrolle inmunidad contra ellos. De esta manera, cuando el organismo es expuesto al agente infeccioso, el sistema inmune reacciona rápido evitándose la enfermedad o padeciendo una forma leve de ésta. La aplicación sistemática de vacunas puede incluso llegar a eliminar una enfermedad. Los niños al ir creciendo deben recibir vacunas contra diferentes enfermedades y de esa manera protegerse. Las vacunas que se les administran son las de la poliomielitis, la triple (difteria, tos ferina y tétanos) la del sarampión y otras (Cortés, L. y Uribe, S., 2000b p-109).

## ***2.6 Los conceptos de evolución, genética, biomoléculas, célula y salud en el contexto educativo de la secundaria.***

### ***Concepto : evolución***

El concepto de evolución entendido como una relación entre los cambios ambientales y la producción de cambios en las características de los organismos a través de mecanismos genéticos, presenta una serie de conceptos difíciles de comprender por los alumnos de secundaria

Autores como Wandersee, (1990) establecen que el concepto de evolución ayuda a los estudiantes a comprender la diferenciación entre la biología funcional o de las causas próximas y la evolucionista. Sin embargo en el nivel educativo de la secundaria existe gran problemática en la comprensión de conceptos como el de evolución y aún cuando, en los actuales programas, este tema abarca una unidad completa del primer grado (un bimestre). Por otra parte los contenidos no se presentan en una secuencia adecuada con relación a los temas antecedentes y a los consecuentes, para la comprensión del proceso evolutivo global, por ejemplo los mecanismos genéticos se presentan en la quinta unidad de primer grado, la mutación en la quinta unidad de segundo grado, etcétera.

El tema de evolución de acuerdo a los programas, debe iniciarse con los postulados de Lamarck (citados en Plan y Programas de estudio, 1993). “En todo animal que no haya llegado al final de su desarrollo, el uso frecuente y sostenido de un órgano, lo fortifica, lo desarrolla lo agranda y le da una potencia proporcional a la duración de su uso. En cambio, la falta constante de uso de un órgano, lo debilita, lo deteriora, disminuye progresivamente sus facultades y acaba por hacerlo desaparecer”

“Todo cambio adquirido en un órgano por un hábito de uso suficiente, se conserva y pasa a las otras generaciones si el cambio es común al macho y a la hembra”.

La mayoría de los estudiantes interpreta incorrectamente estos postulados, como veremos en las respuestas de sus discursos.

Desde los trabajos de Lucas (1987), en el que por primera vez se constata la similitud entre las explicaciones de los alumnos respecto a la evolución de los seres vivos con las de Lamarck, las investigaciones sobre las preconcepciones referidas a este tema han ido aumentando. Se ha mostrado la coincidencia de estas ideas en estudiantes de muchos países lejanos entre sí, tanto geográfica como culturalmente. Así, Jungwirth (1975) encuentra ideas lamarckianas en escolares de Israel; Brumbi (1980), en escolares ingleses; Hallden (1988), en adolescentes suecos; Kinnear (1983) y Martín (1983), en estudiantes de Australia.(citados en Guillén, 1996). Esto no significa que deba omitirse el conocimiento de las ideas de Lamarck, ya que es uno de los biólogos más importantes de la historia de la biología, sino que el profesor debe dar un tratamiento didáctico apropiado para favorecer la asimilación de estos conceptos.

Para el aprendizaje del tema de evolución es importante entender, por un lado la aparición aleatoria de cambios en la estructura genética de una población, en función de mutaciones o recombinación genética, y por otro la sobrevivencia o extinción diferencial de los individuos en función de presiones ambientales (selección natural) (Guillén, 1997).

### ***Concepto : Genética***

En cuanto al tema de genética, en la secundaria, es muy importante comprender con claridad los conceptos de gene, replicación y mutación. Así como la relevancia de los ácidos nucleicos en la transmisión de información hereditaria.

Los conceptos de genotipo y fenotipo deben ser comprendidos para poder entender las investigaciones mendelianas y su aplicación posterior al mundo animal.

En el proceso hereditario existen diferencias llamadas *variaciones*, características de los seres vivos. Algunas variaciones son heredadas, o sea motivadas por la segregación de factores hereditarios entre la descendencia, otras son debidas a los efectos de la temperatura, alimentación, humedad, iluminación solar y distintos factores del ambiente sobre el desarrollo del individuo. Por lo tanto los caracteres hereditarios pueden ser modificados en gran medida por el ambiente en el cual se desarrolla el organismo.

Los planes de estudio vigentes recomiendan que el tema de genética debe tratarse de manera general. No es necesario que los alumnos profundicen en detalles particulares pero sí que entiendan la importancia del estudio de los procesos hereditarios en los seres vivos.

Es conveniente mencionar, dentro del desarrollo histórico, las experiencias de los trabajos de hibridología, cuyo propósito consistió en mejorar las especies animales y vegetales. Estas ideas premendelianas pueden constituirse como un apoyo didáctico para la mejor comprensión de los mecanismos de la herencia mendeliana.

Al hablar de los trabajos de Mendel es conveniente insistir tanto en la importancia de haber escogido el organismo adecuado para el experimento como en los resultados obtenidos que dieron lugar a la postulación de sus dos leyes y del

concepto de dominancia. La introducción de métodos estadísticos en los estudios de la herencia permitió ampliar el campo de investigación.

También es importante que el alumno de secundaria reconozca que las características apreciables de los organismos vivos (llamadas en su conjunto *fenotipo*) son causadas por la interacción de los genes (en su conjunto denominados *genotipo*) y el ambiente.

Al hablar de gametogénesis deberá hacerse la relación entre las leyes de Mendel y el comportamiento de los cromosomas, que da lugar a la formación de gametos.

Una vez establecidas las bases de la genética mendeliana, que explican la transmisión de las características de los seres vivos de una generación a otra, debe enfocarse la atención en la relación cromosoma-genes-ADN y mencionar que esta molécula lleva la información genética.

### ***Concepto : biomoléculas.***

El propósito educativo de la enseñanza de las biomoléculas en la secundaria, es que el alumno entienda la manera en que los compuestos orgánicos característicos de los seres vivos se ensamblan para formar las moléculas de la vida, las biomoléculas.

En este nivel educativo deben analizarse las características más importantes de las biomoléculas, su clasificación y su participación en los procesos metabólicos de los seres vivos.

Los nuevos programas establecen que para el tema de biomoléculas deben presentarse las propiedades de los llamados *bioelementos* (carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre y fósforo) y hacer relevante el papel del carbono en la formación de moléculas orgánicas.

Al abordar el tema de biomoléculas es importante resaltar las características principales de los monómeros que son las unidades moleculares básicas para cada tipo de biomoléculas. Estos son: los monosacáridos para los carbohidratos, los ácidos grasos y glicéridos para los lípidos, los aminoácidos para las proteínas y los nucleótidos para los ácidos nucleicos.

Precisar la función de los ácidos nucleicos como las moléculas responsables de almacenar y transmitir la información hereditaria.

Para cada biomolécula considerar: la fórmula general, la función, los componentes y su ubicación.

El propósito de estudiar las biomoléculas en secundaria es proporcionar al estudiante las bases para comprender los nutrientes que debe incluir en una alimentación balanceada y estar en condiciones de profundizar en temas de bioquímica.

### ***Concepto : célula***

De acuerdo a los programas de secundaria, en el tema de célula, es necesario considerar aspectos relevantes, por ejemplo el que la célula se conceptualice como una unidad estructural y funcional, subrayar el papel evolutivo de las bacterias como endosimbiosis (la evolución de diversos organelos, como los cloroplastos y las mitocondrias, a partir de bacterias que viven en el interior de otras células), para comprender las diferencias entre células procariontes y eucariontes.

Al tratar las diferencias y semejanzas entre célula animal y vegetal, enfatizar la distinción en la capacidad de obtención de energía de ambas.

En cuanto a la estructura celular, mencionar los tres importantes sistemas funcionales: el membranal, que regula el intercambio y movimiento de sustancias en la célula; el citoplasma y los organelos y finalmente al núcleo que controla las funciones celulares, lo cual permitirá una comprensión integrada de la estructura y función celular.

En el tema de citología, es necesario considerar aspectos relevantes, por ejemplo el que la célula se conceptualice como una unidad estructural y funcional, subrayar el papel evolutivo de las bacterias como endosimbiosis (la evolución de diversos organelos, como los cloroplastos y las mitocondrias, a partir de bacterias que viven en el interior de otras células), para comprender las diferencias entre células procariontes y eucariontes.

Al tratar las diferencias y semejanzas entre célula animal y vegetal, enfatizar la distinción en la capacidad de obtención de energía de ambas.

En cuanto a la estructura celular, mencionar los tres importantes sistemas funcionales: el membranal, que regula el intercambio y movimiento de sustancias en la célula; el citoplasma y los organelos y finalmente al núcleo que controla las funciones celulares, lo cual permitirá una comprensión integrada de la estructura y función celular.

Hacer hincapié en la capacidad de aprovechar el ambiente inerte para producir materia viva como la propiedad fundamental de la vida, y entender a la célula como la unidad más sencilla de autoduplicación.

### ***Concepto : salud***

Sobre el tema de salud cuyo campo es una de las áreas de mayor importancia en la educación básica, ofrecer a los estudiantes las bases de conocimiento y de comportamiento para desarrollar una actitud favorable hacia la conservación y cuidado de la salud.

La gran necesidad social de que la población cuente con información básica, requiere que la educación secundaria proporcione a los estudiantes las bases de conocimiento y comportamiento que les permitan desarrollar una actitud favorable hacia la conservación y cuidado de la salud. Por otro lado, la salud es uno de los campos que permiten más claramente la aplicación de conceptos biológicos en un contexto familiar, lo cual proporciona una muy importante oportunidad para lograr un aprendizaje significativo de los temas del programa de biología.

Como parte de una educación básica en salud, enfocada a la prevención, es deseable que los alumnos de secundaria reciban información acerca de los conceptos básicos sobre la importancia de su conservación y sobre las principales enfermedades y la manera de prevenirlas

Enfocar el tema de salud a la prevención, para que los alumnos de secundaria reciban información acerca de los conceptos básicos sobre la importancia de su conservación, las principales enfermedades y la manera de prevenirlas como por ejemplo la aplicación de vacunas.

El tema de salud es uno de los campos que permite más claramente la aplicación de conceptos biológicos en un contexto familiar, lo cual proporciona una importante oportunidad para lograr un aprendizaje significativo de los temas de

los programas de biología, porque es una área en la que se facilita el enlace, el interés y la relación entre los conocimientos biológico y la vida cotidiana.

La enseñanza de la biología debe considerar las estrategias adecuadas que permitan a los estudiantes enlazar los contenidos con aquellos aspectos sociales que posean gran significatividad para ellos.

Es importante una reformulación de las interrogantes acerca de la enseñanza de la biología, ensayar nuevas formas de enfocarla. Concebirla como un proceso socio-cultural. Esta adopción nos aproxima a un mundo de significados compartidos por los sujetos y al uso del lenguaje como medio de comunicación.

El ser humano no interactúa con las propiedades físicas de los objetos sino con redes de significación donde están insertos éstos. La enseñanza de la biología, como toda interacción humana, se encuentra mediada por el uso comunicativo del lenguaje común. En el lenguaje común no sólo transmitimos información acerca del mundo, también construimos clasificaciones y propiedades acerca de los objetos. El uso comunicativo del lenguaje constituye una forma de práctica social donde son recreados los significados de una cultura y sus formas de vida asociadas.

### **III. LA ORGANIZACIÓN LÓGICO-CONCEPTUAL DEL ESTUDIANTE DE NIVEL MEDIO BÁSICO**

#### ***3.1 La construcción del conocimiento.***

Aunque el término <constructivista> parezca ser relativamente nuevo, muchas ideas cognoscitivas y constructivistas acerca del aprendizaje pueden ser rastreadas hasta John Dewey y Jean Piaget y algunas se remontan al menos hasta Sócrates. Muchas están incluidas en movimientos educativos significativos desde el punto de vista histórico tales como la educación abierta, el aprendizaje por búsqueda y el aprendizaje por descubrimiento, así como en movimientos contemporáneos tales como la enseñanza de lenguaje total y la evaluación de portafolios, entre otras.

Conforme continúa extendiéndose la revolución cognoscitiva, los postulados psicopedagógicos actuales describen de manera creciente el aprendizaje no sólo como la mediación cognoscitiva de la adquisición de conocimiento sino como un proceso constructivo en el cual los aprendices proceden en su propio modo para formar representaciones únicas del contenido. Estas construcciones del aprendizaje pueden incluir o no la reconstrucción completa y precisa de lo que intentaron transmitir el profesor o el autor del libro de texto. En ocasiones el aprendizaje está incompleto o distorsionado.

Aun cuando el mensaje básico es reconstruido como se pretende, queda conectado a la serie única de entendimientos anteriores de cada aprendiz. Como resultado, cada sujeto que aprende construye una serie única de significados e implicaciones de la misma serie de ideas y las archiva en la memoria de trabajo (Garnham y Oakhill, 1996).

Good y Brophy (1997) consideran que los modelos de aprendizaje deben poner un énfasis mucho mayor en la propia construcción y organización del conocimiento del aprendiz. También prefieren modelos que conserven un papel para el profesor en la guía de los esfuerzos de aprendizaje de los estudiantes pero que pongan un mayor énfasis en la estimulación de los alumnos para que desarrollen su conocimiento actual en sus propias maneras en lugar de moverlos a través de secuencias de objetivos predeterminadas.

En la actualidad no hay un modelo constructivista único dominante, en parte debido a que los constructivistas interesados en diferentes niveles educativos y materias, han enfatizado en diferentes tipos de aprendizaje que exigen distintos tipos de enseñanza.

Algunas explicaciones constructivistas del aprendizaje, en especial aquellas que han sido influidas de manera intensa por Piaget, describen el aprendizaje como una actividad principalmente solitaria. El centro está en el sujeto como individuo que desarrolla conocimiento por medio de la exploración, el descubrimiento y la reflexión sobre las experiencias cotidianas de la vida. Sin embargo, la mayor parte de las explicaciones constructivistas son variantes del constructivismo social (Bereiter,1994).

Además de enfatizar que el aprendizaje es un proceso de construcción activo de significado, los constructivistas sociales enfatizan que el proceso funciona mejor en ámbitos sociales en los que dos o más individuos llevan a cabo un discurso sostenido acerca de un tema. La participación en tales discusiones ayuda a los estudiantes a avanzar su aprendizaje en varias formas.

La exposición a ideas que contradicen sus propias creencias puede causar que examinen esas creencias y tal vez que las reestructuren.

La necesidad de comunicar sus ideas con mayor claridad, lo cual agudiza sus concepciones y a menudo lleva al reconocimiento de conexiones nuevas. Como resultado de lo anterior, las estructuras cognoscitivas se desarrollan mejor (mejor diferenciadas y mejor organizadas).

Los estudiantes al construir sus propios significados elaboran inferencias acerca de la nueva información, poseen una nueva perspectiva sobre algún aspecto de su conocimiento existente con la agregación de algunos elementos o generación de nuevas relaciones entre la nueva información y la que ya existe en su estructura cognitiva. De esta manera el estudiante reformula la nueva información o reestructura la ya existente, para lograr una mejor comprensión del tema (King,1994).

El aprendizaje entendido como construcción del conocimiento supone entender tanto la dimensión de éste como producto y la dimensión de éste como proceso, es decir, el camino por el que el alumnado elabora personalmente el conocimiento.

Al aprender no sólo se producen cambios en la información que los individuos tienen sobre un tema, sino la competencia de éste (aquello que es capaz de hacer, de pensar, comprender), la calidad del conocimiento que posee y las posibilidades personales de seguir aprendiendo. De aquí surge la importancia de enseñar al estudiante a aprender a aprender, pero no únicamente el contenido objeto de aprendizaje, sino conocer cómo lo organiza y relaciona en su mente.

A partir de este concepto de aprendizaje se debe construir el concepto de enseñanza, la cual debería ser un conjunto de ayudas pedagógicas para el alumno en el proceso personal de construcción del conocimiento y en la elaboración del propio desarrollo.

Según Gowin (1981) el aprendizaje es la reorganización activa de un patrón de significado existente. Esta visión necesariamente enfatiza la importancia del conocimiento anterior aprendido por el estudiante sobre un tema específico. El asumir el paradigma del constructivismo implica que el contenido aprendido puede llegar a ser un factor crucial en la transformación conceptual.

En resumen: el paradigma constructivista concibe como metas principales de la educación el desarrollo moral e intelectual de los alumnos, así como que éstos, aumentan sus capacidades racionales como constructores activos de conocimiento. El profesor debe interesarse en promover el aprendizaje autogenerado y autoestructurante en los alumnos, mediante enseñanza indirecta. Los estudiantes son considerados como constructores activos de su conocimiento y se parte en todo momento, de su competencia cognitiva para definir objetivos y metodologías. La evaluación debe realizarse sobre los procesos, nociones y competencias cognitivas de los alumnos.

### ***3.2 El aprendizaje significativo***

Por su parte, la teoría de Asimilación de David Ausubel introduce el factor de conciencia en las condiciones que permiten que se produzca ***aprendizaje significativo***. Así, los estudiantes deben relacionar conscientemente la nueva información o ideas a aspectos relevantes de la estructura conceptual que poseen (Novak, 1991).

Las primeras ideas de Ausubel sobre el aprendizaje cognoscitivo expresaron descripciones claras. Se dio gran énfasis en el aprendizaje significativo, lo definió

como no arbitrario, no al pie de la letra (incorporación sustantiva de nuevas ideas simbólicas expresadas en una estructura cognoscitiva).

En el aprendizaje significativo, lo importante es que el estudiante se relacione con nueva información o ideas, a aspectos relevantes de su actual estructura de conocimiento en una forma consciente.

Para que el aprendizaje significativo ocurra, deben existir varias condiciones :

- El material por aprender debe tener en sí, capacidad significativa.
- El estudiante debe poseer conceptos relevantes y proposiciones que puedan servir para asimilar nuevas ideas.
- El estudiante debe seleccionar la nueva información y relacionarla en forma sustantiva (no al pie de la letras) con su estructura cognoscitiva.

El proceso fundamental necesario en el aprendizaje significativo es la incorporación de nuevos conceptos y proposiciones en un esquema jerárquico ordenado en una estructura cognoscitiva.

La estructura cognoscitiva podría concebirse como un conjunto de esquemas convenientemente relacionados.

De acuerdo al principio de diferenciación progresiva de Ausubel, el aprendizaje es más eficiente cuando el contenido por aprender es secuenciado de tal manera que procede de ideas más generales, a ideas más específicas, conceptos y proposiciones más explícitas. De esta manera, cuando los contenidos se encuentran organizados para ser asimilados por el estudiante, de manera que los conceptos y proposiciones se integran en una secuencia lógica de significados se genera, lo que Ausubel llama reconciliación integradora.

La reconciliación integradora de conceptos y proposiciones en la estructura cognoscitiva se requiere para la eliminación de conceptos erróneos o preconceptos.

La comprensión de la naturaleza del conocimiento y cómo aprenden los estudiantes esos conocimientos, son aspectos importantes en la enseñanza de las ciencias.

### 3.3 La organización lógico-conceptual

Un estudiante expuesto a conocimiento nuevo, ponen en operación una serie de procesos de organización de su propio conocimiento (conocimiento previo) para asimilarlo (Ausubel, 1973). La organización conceptual, de acuerdo con Campos y Gaspar (1996a) es un conjunto de unidades de información que son conceptuales por naturaleza, aunadas a una variedad de relaciones lógicas que conectan conceptos de una manera particular en un momento dado. Esta organización conceptual es muy importante porque permite al estudiante tener acceso a su propio conocimiento y a un nuevo conocimiento (Campos, Gaspar y Alucema, 1998).

Mediante la comunicación discursiva de lo que sabe en relación a un tema específico, el estudiante expresa la estructura de su conocimiento (Frederiksen, 1993), lo que permite al investigador evaluar la calidad de ese conocimiento, a través del análisis sintáctico y semántico.

De acuerdo con Barsalou (1989), la organización conceptual comunicada es un producto *ad hoc* con base en las grandes cantidades de conocimiento interrelacionado y continuo que se usa para construir conceptos en la memoria de trabajo. Así las ideas o representaciones de la realidad forman la base para la construcción de conceptos, que no se toman intactos de la memoria a largo plazo, sino que se construyen en la memoria de trabajo con base en la gran cantidad de información que se encuentra en aquella.

Las organizaciones conceptuales son dinámicas debido a la interacción con nuevo conocimiento (Ausubel, 1973) al proceso de construcción de categorías (Barsalou, 1989) y a la interacción social (Bloome, 1992), lo cual abre el camino para el cambio conceptual. Una persona puede producir diferentes formas lingüísticas de una misma organización conceptual en ocasiones diferentes, debido al conjunto de sinónimos que posea de cada concepto, relación lógica y otros componentes. Esta variación semántica generalmente introduce variación en el nivel de precisión lógica. Sin embargo existe estabilidad conceptual, a pesar de estas variaciones, si no se cambia la organización mediante el razonamiento o la asimilación. Los casos extremos de resistencia al cambio conceptual o de cambio mínimo se deben a que la información nueva se percibe como anómala respecto a las ideas y creencias que el sujeto mantiene (Chinn y Brewer, 1993).

En esta forma de aproximarse al estudio de la organización conceptual se toma en cuenta el hecho de que las personas tienen alguna idea, alguna descripción y hasta alguna explicación sobre prácticamente cualquier tema, lo cual se obtiene mediante procesos culturales y por interacción social.

Campos y Gaspar (1996<sup>a</sup>) consideran tres elementos básicos de una organización conceptual: *descripción, explicación y ejemplificación*, los cuales son construidos jerárquicamente por el sujeto de acuerdo con el conocimiento que tiene del tema (Neisser, 1989) las relaciones con otras categorías, las formas de interacción que las personas tienen con objetos a que dichos conceptos se refieren (Medin y Wattenmaker, 1989), y el contexto temático-situacional en condiciones histórico-sociales. De ahí la dificultad de asimilar conceptos abstractos, especialmente por los jóvenes estudiantes.

Una vez que un concepto ha sido comprendido, se utiliza para razonarlo y comunicarlo. Esto depende de la organización lógica que el sujeto le haya dado (Prawat, 1989) y se reconstituye dicha conceptualización cuando así se requiere (Barsalou, 1989). Esto es de suma importancia en el presente estudio, ya que significa que cuando se solicita a un estudiante que produzca ideas organizadas, más allá de enunciar piezas aisladas de información, se expresan dichas ideas en una de varias formas posibles en la medida en que el acto de producción selecciona e introduce modificaciones conceptuales y lógicas en la organización de este conocimiento.

Las organizaciones conceptuales se pueden estudiar mediante una variedad de métodos basados en medidas de proximidad semántica (Naveh-Benjamin, et al., 1986; Perece, 1978; Goldsmith y Jonson, 1990) o el análisis de redes de conceptos y relaciones lógicas (Novak, 1990; Ficher, 1991; citados en Campos y Gaspar, 1996a). Todos estos métodos se conocen como *mapeo conceptual*.

### **3.4 Esquemas de conocimiento**

Los conocimientos se encuentran almacenados en la mente, organizados en unidades llamadas *esquemas de conocimiento* y que mantienen conexiones entre sí (Campos y Gaspar, 1996<sup>a</sup>).

Los esquemas de conocimiento no son de material experiencial, sino simbólico, no son una copia de la realidad, sino una construcción en la que han intervenido otras ideas que ya poseíamos y que se encontraban almacenada en nuestra mente.

El esquema de conocimiento es la representación que una persona tiene en un momento determinado sobre una parte de la realidad.

En los esquemas de conocimiento se encuentran integrados conocimientos de tipo declarativo (referido al qué: qué decir de algo o alguien, de alguna situación, experiencia o suceso) y el conocimiento de tipo procedural (referido al cómo hacer: realizaciones de acciones y de secuencias de acciones).

Sobre esta base la estructura cognoscitiva se concibe como un conjunto de esquemas de conocimiento convenientemente relacionados y el proceso fundamental necesario en el aprendizaje significativo es la incorporación de nuevos conceptos y proposiciones en un esquema jerárquico ordenado en una estructura cognoscitiva.

### ***3.5 El conocimiento previo de los estudiantes***

Muchos estudios se han encargado de demostrar que los estudiantes tienen creencias propias acerca de cómo ocurren los fenómenos y sobre el significado de ciertas palabras que utilizan diariamente y que sin embargo, tienen una acepción diferente a la de ellos en el terreno científico. La investigación sobre las ideas previas de los niños y adolescentes (Piaget, 1973; Driver, 1981; Viento, 1979; Driver, Guesne y Thibergien, 1985) (citados en Hernández, 1994) permiten hacer conciencia de que en la enseñanza es necesario tomar en cuenta las ideas de las que parten los estudiantes y los procesos que puede seguir la construcción del conocimiento.

Autores como Ausubel, Piaget y Wallon (citados en Garton, 1994 pp 10-22) consideraron que aun el niño pequeño tiene ideas sobre las cosas y esas ideas desempeñan un papel propio en las experiencias de aprendizaje. Lo que son capaces de aprender depende, al menos en parte, de lo que ya poseen en su mente, así como del contexto de aprendizaje en el que se encuentren.

Desde la década de los 70, se inició el desarrollo de una importante línea de investigación centrada en la caracterización de las ideas previas de los alumnos, así como del grado en que éstas son modificadas por el aprendizaje escolar.

G. Bachelard (1982) introduce como eje de su obra "La formación del espíritu científico" la noción de obstáculo epistemológico. "Cuando se investigan las condiciones psicológicas del progreso de la ciencia, se llega muy pronto a la

convicción de que hay que plantear el problema del conocimiento humano en términos de obstáculos. No se trata de considerar los obstáculos externos como la complejidad o la fugacidad de los fenómenos, ni de incriminar a la debilidad de los sentidos o del espíritu humano; es en el mismo acto de conocer, íntimamente, donde aparecen, por una especie de necesidad funcional, los entorpecimientos y las confusiones”.

Piaget al caracterizar los rasgos cualitativamente distintos del pensamiento infantil, como Vygotsky, al hablar de la *prehistoria del aprendizaje*, consideran la “*idea incorrecta*”, desde el punto de vista de la ciencia formal, como un elemento constitutivo del propio desarrollo.

Osborne y Freyberg, (1985), establecen que muchas ideas que el alumno utiliza al resolver ciertas tareas, son espontáneas, fruto de una llamada *ciencia intuitiva*. Estas ideas poseen cierta coherencia y son utilizadas, por los estudiantes, frecuentemente y con éxito en su ámbito cotidiano. Suelen diferir de las concepciones que adquieren en el aula. Sin embargo la interacción entre ambas da lugar a una *yuxtaposición*, en la cual el alumno, pese a utilizar los conocimientos escolares en ese contexto, continúa aplicando ideas intuitivas en su vida cotidiana. (Gilbert, J.K., Osborne, R.J. y Fensham, P.J., 1982) (citados en Osborne y Freyberg, 1985).

Las ideas previas son interpretadas, desde el marco teórico en el que se estudian, como construcciones personales generadas por la propia actividad intelectual del alumno, frente a todo tipo de problemas, aunque han sido más estudiadas aquellas que afectan al aprendizaje escolar.

Pese a su carácter personal, ligado a la idiosincrasia del individuo, presentan sin embargo, rasgos comunes a diferentes medios y edades, mostrando a veces un carácter transcultural. Tal como señala Pozo, (1998) éste es un rasgo muy significativo en lo que concierne al origen de estas ideas, poniendo en evidencia la existencia de ciertas características y restricciones específicas de la mente humana como procesador biológico de la información.

Según Jerome Brunner (1978), el aprendizaje es un refinamiento de las ideas previas del que aprende y se centra en 3 etapas :

- 1) La adquisición de nueva información.
- 2) La transformación de esta información para adaptarla a nuevas tareas.

3) La evaluación que permita comprobar que la información que se aprende es la adecuada.

Según Brunner el valor del aprendizaje se centra en su utilidad y para ello recomienda que los conceptos básicos se acerquen a la lógica del alumno.

Las ideas previas presentan características como las siguientes:

- Los estudiantes tienen creencias propias acerca de cómo ocurren los fenómenos y sobre el significado de ciertas palabras que utilizan diariamente y que sin embargo tienen una acepción diferente a la de ellos en el terreno científico.
- Los estudiantes utilizan las explicaciones científicas del maestro, cuando son requeridas en exámenes pero mantienen su propia visión al relacionarse con situaciones cotidianas.
- Los alumnos se interesan más en explicaciones pragmáticas que ocurren en su mundo cotidiano.
- Son determinantes en la adquisición de nuevo conocimiento y en muchos casos pueden ser un obstáculo epistemológico.
- Obedecen casi siempre a experiencias o al producto de un pensamiento intuitivo y surgen espontáneamente sin que exista una instrucción o actividad educativa diseñada para producirlas.
- Son construcciones personales
- Se restringen a lo observable y son en general científicamente incorrectas.
- Son muy resistentes al cambio.
- Son compartidas por estudiantes y alumnos y sugieren restricciones sistemáticas en el procesamiento de información.
- Pueden tener un carácter histórico y reproducir errores que se han presentado en la historia del desarrollo del pensamiento científico.
- Pueden articularse en una estructura conceptual compleja que explique la resistencia a la modificación ya que un cambio afectaría a todo un sistema.

La investigación sobre la cognición ha demostrado que el conocimiento previo del estudiante influye en forma importante en el procesamiento de la información. Sin embargo, un modelo único de cognición no explica adecuadamente por qué el estudiante que parece tener el requisito conceptual previo para el conocimiento, no lo activa al ser expuesto ante conocimiento nuevo.

Según Paul R. Pintrich et al. (1993) la falla para activar o transferir apropiadamente el conocimiento puede ser atribuido a factores puramente cognitivos que incluyen la automatización, la decodificación y los procesos metacognitivos y auto-regulatorios, pero es también probable que los factores motivacionales y conceptuales influyan de manera importante (Garner, 1990).

### ***3.6 Reestructuración cognoscitiva***

El modelo de cambio conceptual fue descrito inicialmente por Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982) en el que se concibe el cambio conceptual como un proceso de asimilación en el que las ideas previas son utilizadas para procesar la nueva información, seguido de un proceso de acomodación, consistente en la reestructuración o sustitución de los viejos conceptos, cuando éstos se muestran inadecuados.

Este modelo asume que el cambio ontogenético en el aprendizaje de un sujeto, es análogo a la naturaleza del cambio en los paradigmas científicos, propuesto por los filósofos de la ciencia.

Desde la perspectiva constructivista el proceso del cambio conceptual está influenciado por procesos personales, motivacionales, sociales e históricos.

Según Pintrich la comunidad del aula no opera en la misma forma que la comunidad científica. El contenido real de las teorías y modelos de los estudiantes está influenciado por factores personales, motivacionales, sociales, según se ha demostrado por la existencia y persistencia de las concepciones erróneas de los estudiante en relación al conocimiento científico.

El modelo de cambio conceptual describe el aprendizaje como la interacción que tiene lugar entre la experiencia del sujeto y sus concepciones e ideas actuales. Estas concepciones crean un marco de trabajo para entender e interpretar el conocimiento adquirido a través de la experiencia. Existe una paradoja, en el sentido de que el que aprende posee un conjunto de concepciones resistentes al cambio conceptual, pero a la vez le proporcionan un marco de trabajo sobre el cual puede comprender e interpretar conocimiento nuevo.

El proceso de aprendizaje en un modelo de cambio conceptual dependen en gran medida de la integración de las concepciones del individuo con la nueva información.

Si el estudiante posee conocimiento (aunque sea escaso) acerca del tema de estudio, facilitará, en la medida del grado de conocimiento que posea, la integración de la nueva información con sus ideas existentes.

Lo importante es producir *cambio conceptual*, formando conocimiento actual preciso y corrigiendo concepciones erróneas.

El cambio conceptual es la construcción de entendimientos nuevos que impliquen el abandono o revisión de algunas de las concepciones existentes, no sólo la adición de concepciones nuevas

### ***3.7 El mapeo conceptual***

El mapeo conceptual es una estrategia en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel-Novak-Gowin.

El mapa conceptual es una representación gráfica de relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones (Novak y Gowin, 1984). En vez de una representación que corresponda directamente a un texto lineal de un tema particular que refleje sólo la estructura lógica del conocimiento, los mapas conceptuales reflejan también la estructura psicológica del conocimiento (Wandersee, 1990). El criterio anterior deriva de asumir que <el conocimiento es una construcción humana de conceptos y relaciones entre conceptos > (Novak y Musonda, 1991).

Un mapa conceptual puede ser considerado como una representación visual de la jerarquía y las relaciones entre conceptos contenidas en la mente. Para Stewart y otros (1979), el mapa conceptual es un instrumento para representar la estructura conceptual de una disciplina o segmento de una disciplina, en dos dimensiones. Esta circunstancia hace que sea muy apropiado para mostrar las relaciones proposicionales entre conceptos.

Recientemente, ha sido reconceptualizado el fundamento epistemológico del mapeo conceptual con bases en una visión constructivista social que explica el aprendizaje durante la interacción estudiante-estudiante y estudiante-profesor. En esta perspectiva se utiliza el mapeo conceptual como una herramienta para evaluar el discurso que compromete tanto a estudiantes como a profesores en el aprendizaje científico. Lo anterior provee un contexto ideal en el cual el

significado de los conceptos y proposiciones referidos pueden ser negociados en la construcción del discurso (Roth, 1994).

A través del mapeo conceptual se produce aprendizaje significativo cuando se emplea en el aula (Novak y Gowin, 1984 ; Jedege, Ailaiyemola y Okebukola, 1990).

El mapa conceptual facilita el intercambio necesario entre el profesor y el alumno, revelando cuáles conceptos están presentes en el material de enseñanza y en la estructura cognitiva del alumno.

Desde el punto de vista metodológico, esta técnica ha sido usada en una variedad de formas reflejando teorías alternativas del conocimiento. Beyerbach y Smith (1990) señalan ejemplos en que se comparan los mapas conceptuales generados por los estudiantes con los mapas conceptuales contruidos por los profesores considerados como ideales. Esta aproximación sugiere que hay una estructura de la disciplina que los profesores pueden transferir a los estudiantes.

Para Neisser (1981) el mapa conceptual es un caso concreto de esquema, pues posee algunas características básicas de los esquemas señalados por Sierra y Carretero (1990, pp.146-155).

- organización del conocimiento en unidades o agrupaciones holísticas, es decir, que cuando se activa uno de los ejemplos, también se activa el resto.
- segmentación de las representaciones holísticas en subunidades interrelacionadas
- estructuración serial y jerárquica de las representaciones. En los mapas conceptuales resalta sobre todo la jerarquización, de la misma manera que no tiene en cuenta como característica importante la ordenación temporal.

Igualmente, coincide con los esquemas respecto a los procesos de memorización :

1. Codificación de la información con sus cuatro procesos básicos: selección, abstracción, interpretación e integración. Los mapas conceptuales buscan también la información más relevante para la creación de esquemas o estructuras también relevantes. Es necesario, pues un proceso de selección de la información. El siguiente paso es la extracción de los elementos más

significativos mediante el proceso de abstracción. Sigue un proceso de interpretación con la intención de favorecer la comprensión de la información o para hacer inferencias de acuerdo con la idea que tenga el individuo. Finalmente está el proceso de integración consistente en la creación de un nuevo esquema o en la modificación de uno existente.

2. Recuperación. Facilitan la recuperación de la información relevante cuando se trata de comprender un objeto o una situación que tenga cierta relación con un esquema determinado.

El mapa conceptual facilita el intercambio necesario entre el profesor y el alumno, revelando cuáles conceptos están presentes en el material de enseñanza y en la estructura cognitiva del alumno.

Los mapas conceptuales ponen de manifiesto las estructuras proposicionales del individuo y pueden emplearse, por tanto, para verificar las relaciones erróneas o para mostrar cuales son los conceptos relevantes que no están presentes. Novak p-129).

Desde el punto de vista metodológico, esta técnica ha sido usada en una variedad de formas reflejando teorías alternativas del conocimiento. Beyerbach y Smith (1990) señalan ejemplos en que se comparan los mapas conceptuales generados por los estudiantes con los mapas conceptuales construidos por los profesores considerados como ideales. Esta aproximación sugiere que hay una estructura de la disciplina que los profesores pueden transferir a los estudiantes.

Para esta investigación se ha realizado una modificación al mapeo conceptual antes descrito, de acuerdo al Modelo de Análisis Proposicional de Campos y Gaspar, para evaluar la organización lógico-conceptual de los estudiantes y las transformaciones en la organización del pensamiento de los estudiantes, los argumentos que lo sustentan se explican en el inciso 5.1 relativo a las bases teóricas del modelo.

El mapeo conceptual de acuerdo a este modelo, facilita el seguimiento de cada proposición, la cual externa cada una de las ideas que el estudiante emplea al expresar sus saberes.

## IV ANÁLISIS DEL DISCURSO. ASPECTOS SOCIOLINGÜÍSTICOS.

### 4.1 *La sociolingüística*

La sociolingüística difiere de otros campos que han estudiado la relación entre la sociedad y el lenguaje, se ocupa de estudiar la diversidad que se explica según las características del emisor (el hablante), el receptor (el oyente) y el ambiente o situación social.

La sociolingüística moderna está integrada principalmente por la cultura, la sociedad y la lengua. Desde la perspectiva antropológica se puede conceptuar a la cultura como el conjunto de conocimientos que un individuo adquiere para poder funcionar como parte de su grupo social, tales como la lengua, sus usos, las costumbres, la religión, las creencias y los valores y a la sociedad como un grupo de individuos que se rige por ciertos principios de organización interna, que habita cierto territorio y que tiene una cultura distintiva (Lastra, 1997).

Existen varias maneras de enfocar el estudio de las relaciones entre la lengua y la sociedad, por lengua podemos entender un sistema de símbolos arbitrarios que los seres humanos utilizamos para comunicarnos. Un enfoque atiende más a lo sociológico que a lo lingüístico y otro atiende más a lo lingüístico que a lo sociológico. Este segundo es el que se tomará como referencia para el análisis del discurso en la presente investigación.

Por lingüístico se entiende todo lo que involucra al lenguaje verbal y no verbal, humano u otro, se incluyen palabras, prosodia, gestos, configuraciones grupales, pronunciación y discursos a través de sistemas de información (por ejemplo, orales, escritos, electrónicos), mientras que la gramática intenta reconstruir el sistema lingüístico, haciendo abstracción de las diferencias individuales, sociales, geográficas y casuales del uso del lenguaje. También explica sobre todo el sistema de normas que forma la base de la producción y la comprensión de los enunciados de una lengua determinada, se ocupa de los niveles de enunciados que tienen un cierto carácter abstracto y convencional a la vez. Esto significa que la mayoría de los hablantes conoce las reglas que caracterizan estos niveles y, mientras hablan, suponen que el interlocutor

conoce las mismas normas y que, por lo tanto, sabrá actuar en consecuencia mediante, por ejemplo, la contestación a una pregunta.

Al caracterizar las acciones y reacciones de las personas como procesos lingüísticos, se subraya que sus acciones y reacciones se derivan de "sistemas de lenguaje", para dar significado y emprender acciones sociales a través del uso del lenguaje.

Según Teun A. Van Dijk una gramática es un sistema de reglas, categorías, definiciones, etcétera, que abarcan el sistema de una lengua.

Los morfemas son las unidades significativas más pequeñas de un sistema lingüístico, constituyen la base de todos los demás niveles de descripción, a saber, de las funciones gramaticales (sintaxis) y los significados (semántica). La morfología como parte de la gramática se ocupa de las formas de la palabras, es decir del estudio de los morfemas.

#### ***4.2 El lenguaje***

Según David Bloom, basado en los trabajos de Bakhtin (1935, 1953) y de Volosinov (1929) así como en el de sociolingüistas interactivos como Gumperz (1981, 1986) y Hymes (1974). El lenguaje siempre es social, inseparable de sus contextos sociales. A través del lenguaje, se generan las relaciones sociales maestro-alumno, se crean, conducen y organizan los actos sociales y se forman los grupos sociales.

En los estudios realizados, desde una perspectiva social, (van Dijk, 1983), del lenguaje destacan conceptos que llevan a reflexionar sobre la construcción de significados que elaboramos los hablantes de una determinada lengua cada vez que establecemos interacción comunicativa.

De acuerdo con Halliday (1986), el lenguaje nos permite codificar dos aspectos de la realidad social a la que nos insertamos: la reflexión que hacemos de ella y la acción que ejercemos sobre ella. Por medio del lenguaje construimos y transmitimos los sistemas de valoración y conocimiento que compartimos en un ámbito social. En el uso de la lengua hablada o escrita imprimimos un saber cultural. La construcción y la adquisición del conocimiento cultural son de naturaleza social; la amplitud y profundidad en estos saberes conforman nuestra

competencia comunicativa. De ahí que el lenguaje es la habilidad de significar en los tipos de situación o contextos sociales que son generados por la cultura. Consecuentemente, en el uso del lenguaje están presentes nuestra concepción de la realidad y el dominio de la lengua.

Al llevar a cabo las actividades lingüísticas hacemos alusión tanto a la forma adecuada de lo que producimos, porque poseemos capacidad lingüística, como a la expresión del significado, porque hemos desarrollado la capacidad comunicativa.

El lenguaje pone de manifiesto las ideas que poseemos, a través de su empleo nos formamos conceptos y adquirimos el aprendizaje de principios, así como la posibilidad de establecer una comunicación afectiva con los demás.

Para Alison Garton (1994) el lenguaje es, ante todo, un sistema de comunicación, y cuando se examina la forma en que los sujetos aprenden el lenguaje, es importante estudiar cómo aprenden a usarlo.

La adquisición del lenguaje como un sistema gramatical, o estructural, no depende solamente de las predisposiciones innatas, sino también de la transmisión de las reglas que permiten la expresión gramaticalmente correcta del lenguaje. Parte de este proceso depende de la interacción activa del sujeto, desde una edad muy temprana, con miembros competentes en la lengua de la misma comunidad de habla o cultura.

Existen al menos tres conceptualizaciones en los estudios sobre el lenguaje (Candela, 1996).

- a) Aquellas que toman el lenguaje como representación del conocimiento
- b) Lenguaje como forma de comunicación
- c) Lenguaje como acción social

Dentro de la primera perspectiva se puede ubicar el trabajo de Jean Piaget. Las estructuras lógicas para él se desarrollan a partir de la acción del individuo sobre la realidad física, no del lenguaje o de las relaciones sociales. El lenguaje como sistema simbólico es necesario para realizar operaciones formales, después de que se ha desarrollado la capacidad de operar con operaciones físicas.

Jerome Bruner (1984), dentro de la psicología cognitiva, ofrece un papel más central al lenguaje en la construcción del conocimiento. Considera que existen tres modos de representación en los sujetos: el enactivo (que se relaciona con las acciones), el simbólico (lenguaje y estructuras lógico-matemáticas) y el icónico (que tiene que ver con las imágenes). Para este autor, cada modo de representación se va desarrollando con otro.

Para Vygotsky (1984) el lenguaje constituye un medio para desarrollar el pensamiento. Se plantea que el desarrollo ontogenético incluye, como elemento fundamental, el proceso histórico-cultural y no sólo el biológico-natural. El primero determina la aparición de los procesos psicológicos superiores, en los que el aprendizaje consiste en la interiorización de procesos sociales interactivos donde las tareas de cooperación, ayuda, imitación y guía estimulan los procesos internos de desarrollo.

Para Vygotsky la comprensión del mundo físico está fuertemente influida por categorizaciones sociales que se interiorizan de un cierto contexto cultural por medio de herramientas y signos culturales como es el lenguaje. Como forma de ideología cultural o política, el lenguaje crea, mantiene y cambia el sistema social, el sistema de relaciones sociales, los actos sociales, las instituciones y los grupos. Como las personas interactúan entre sí, deben hacerlo de tal manera que sus intenciones sean comprendidas por los demás participantes del evento.

Así como las formas de los sonidos pueden enlazarse (linealmente) hasta crear formas de palabras, también las formas de las palabras pueden ligarse formando unidades mayores. Una unidad fundamental que crean, es *la oración*. Por regla general en la gramática se describen los enunciados exactamente desde esta perspectiva: se describe la estructura de las oraciones.

El estudio de cómo se comprenden y almacenan las oraciones, fue tratado por Chomsky en su teoría <generativa> del lenguaje (1957, 1959, 1965, 1968). Aunque esta teoría es una teoría lingüística más que una teoría psicológica comprobada, incluye tres ideas básicas importantes para el presente estudio.

- (1) *La distinción entre estructura superficial y estructura profunda*. La estructura superficial de una oración es la forma en que es escrita o se habla; su estructura profunda es la forma en que está representada en la memoria.

- (2) *Reglas de transformación*. El lenguaje consiste en un conjunto de reglas para convertir estructuras superficiales en estructuras profundas (comprensión) y estructuras profundas en estructuras superficiales (recuerdo y comunicación).
- (3) *Gramática universal*. Algunas características son compartidas por todos los usuarios del lenguaje.

Respecto de las oraciones, es importante distinguir la diferencia entre *sintaxis* (orden de las unidades del lenguaje), como lo especifican las reglas gramaticales y la *semántica* (el significado a que se hace referencia en una oración)

La sintaxis como teoría de la construcción de la oración, indica qué combinaciones de palabras forman oraciones inteligibles de una lengua y cuáles no lo hacen. Esto tiene lugar a través de categorías de orden y reglas sintácticas. Miller (1971) estudió el papel de la sintaxis en la memorización de oraciones, variándolas en cadenas de palabras. Como resultado de sus investigaciones se concluyó que cuando las personas leen prosa normal, usan su conocimiento de la sintaxis (reglas gramaticales) como ayuda para la comprensión y rememoración y no se limitan a almacenar y recordar simplemente cada palabra aislada.

La semántica aporta una descripción en el nivel de los significados de palabras/grupos de palabras y del papel de las categorías y sus combinaciones en el significado de la frase. Desde un punto de vista abstracto, la semántica describe todos los posibles <<conceptos de significado>> (estructuras conceptuales) que se pueden expresar mediante las oraciones.

La semántica se refiere no sólo a significados generales y conceptuales de palabras, grupos de palabras y oraciones, sino también a las relaciones entre estos significados y la “realidad”, las denominadas relaciones <<referenciales>>

#### **4.3 La interacción social**

Brown y Revé (1987) analizan la interacción social y la autorregulación como mecanismos responsables de la estimulación del desarrollo cognitivo.

Piaget (1932) postuló que la interacción social, específicamente entre iguales, tendría un efecto de facilitación sobre el desarrollo infantil de la comprensión de la moralidad. Al estudiar el desarrollo de las concepciones infantiles de la moralidad, Piaget también examinó cómo los grupos de niños eran capaces de resolver colectivamente problemas morales y cómo al hacerlo progresaban desde el punto de vista cognitivo.

La teoría de Vygotsky, por otra parte, da por supuesto que la interacción social implica crear, establecer y mantener definiciones de los roles y de la tarea, para el beneficio mutuo de los participantes. Así el lenguaje cumple una serie de funciones y encierra el contenido de la interacción. La interacción social implica cooperación y ayuda, especialmente a beneficio del estudiante, ya que es el vehículo fundamental para la transmisión dinámica del conocimiento cultural e histórico.

En la interacción social son esenciales al menos dos personas que intercambien información. Implica algún grado de reciprocidad y bidireccionalidad entre esos participantes. Puede tomar muchas formas y su utilidad puede depender del nivel de coparticipación alcanzado, del tipo de tarea implicado, de las expectativas del experimentador y de los objetivos, así como de la edad del sujeto.

La interacción social es fundamental para el desarrollo del lenguaje y de la cognición, al permitir que se establezca una relación en la que tiene lugar la comunicación, la es el mecanismo de mediación que facilita el desarrollo del lenguaje y de la cognición. Sin la comunicación sería imposible aprender, comprender, conocer o hablar; tampoco sería posible implicarse en la propia interacción social ni contribuir a ella (Garton, 1994).

#### ***4.4 La intertextualidad***

Según David Bloom siempre que las personas participan en un evento de lenguaje, participan de la intertextualidad al cual puede ocurrir en muchos niveles y de muchas maneras

La Intertextualidad es parte del potencial semántico del lenguaje (Lemke, 1988). Dentro de cualquier lenguaje y cultura se da un conjunto de relaciones interpersonales y modos de lenguaje (escrito u oral) y en determinado punto de una situación puede emplearse un conjunto de potenciales semánticos. Una

forma de realizar estos potenciales semánticos es a través de las relaciones intertextuales. Sin embargo como señala Lemke (1988), no todas las posibles relaciones intertextuales (y por lo tanto no todos los posibles significados) están disponibles. Parte de lo que hacen los sistemas del lenguaje y la cultura es definir un conjunto de potenciales semánticos que pueden o no utilizarse.

Según la heurística, el conjunto de significados construidos a través de la intertextualidad puede denominarse "sustancia intertextual". No obstante, la intertextualidad también implica lo que puede llamarse "procesos intertextuales", que son las formas mediante las cuales se pueden construir los significados intertextuales.

Los procesos intertextuales se refieren al cómo, mientras que la sustancia intertextual se refiere al qué. Las relaciones intertextuales solo pueden ser señaladas, reconocidas, comprendidas y tener significado social dentro de las formas particulares de una situación determinada. Para dar a conocer dichas intenciones, las personas emplean los que Gumperz (1986) llama claves de contextualización.

En términos generales, una clave de contextualización es cualquier rasgo lingüístico que contribuye a señalar las presuposiciones contextuales. Estas claves pueden tener varias realizaciones lingüísticas dependiendo del repertorio lingüístico, históricamente dado, de los participantes. Aunque dichas claves de contextualización son portadoras de información, el significado forma parte del proceso interactivo. A diferencia de las palabras, que pueden discutirse fuera de contexto, los significados de las claves de contextualización están implícitos. Generalmente no se mencionan fuera de contexto.

El significado y la función de una clave de contextualización (o de un conjunto de ellas) depende de muchos factores, que incluyen la comprensión del contexto social por parte de los participantes (de lo que hacen y del propósito del evento).

Como las claves de contextualización son parte de las acciones y reacciones de las personas entre sí, esas acciones y reacciones proporcionan las bases materiales para generar una *descripción*. Es decir, para reaccionar, una persona o grupo debe tener algo ante lo cual reaccionar.

Debido a que las claves de contextualización deben ser comprendidas por las personas involucradas (aunque sea incorrectamente) dentro del marco de acciones y reacciones, existen bases materiales para comprender lo que ocurre durante un evento.

#### ***4.5 Relación entre lo sociolingüístico y lo cognitivo***

Tradicionalmente se establece una separación conceptual y empírica entre el desarrollo cognitivo y el lingüístico. Ambos dominios están guiados por diferentes conceptualizaciones del sujeto en desarrollo, apoyadas por distintos teóricos.

Alison F. Garton (1994) considera esta caracterización como errónea, dado que existen diversas cuestiones que se solapan en el estudio del desarrollo del lenguaje y en el desarrollo cognitivo.

El desarrollo cognitivo es un proceso activo que requiere de la facilitación social para un progreso óptimo. En un sentido amplio, existen dos fuentes de conocimiento: el conocimiento está biológicamente determinado o deriva de orígenes sociales. Esta dicotomía se caracteriza frecuentemente como el debate <<naturaleza/crianza>>. Se entiende que el desarrollo del conocimiento deriva de las capacidades innatas preestablecidas en el sujeto o, por otra parte, que la experiencia regula el desarrollo del pensamiento a través de la oferta de estimulación para el progreso del conocimiento.

Actualmente es frecuente adoptar una posición intermedia, de manera que el sujeto es considerado como poseedor de predisposiciones innatas que se manifestarán a través de la interacción con el ambiente. La investigación psicobiológica sustenta la existencia de redes neuronales plásticas, maleables, que cambian y se desarrollan en relación con la estimulación ambiental. La dotación genética delimita los cursos potenciales de la acción y la reacción del ambiente en el cual crece el sujeto. De igual modo, la naturaleza del ambiente puede permitir o inhibir la expresión de la reactividad potencial. Existe, pues, una estrecha y sensible interacción entre los determinantes genéticos del niño y la calidad y la cantidad de la estimulación ambiental obtenida.

La inferencia de la conversación, según Fredericksen, ha demostrado estar involucrada con la construcción de marcos contextuales que hacen el lenguaje de la conversación interpretable y logran que la comunicación sea posible.

Estos marcos contextuales no encajan bien con las estructuras de lenguaje, pero en cambio, son estructuras cognoscitivas que son negociadas de una manera activa por los participantes de una conversación, con base en la interacción lingüística.

Por otra parte, los procesos de la inferencia de la conversación, han sido explícitamente ligados a las manifestaciones del discurso, y a las estructuras que se encargan de regular la interacción e inferencia de la conversación.

Las inferencias de la conversación pueden ser reguladas a través de normas de contextualización lingüísticas y paralingüísticas, que señalan los marcos interpretativos (Gumperz, 1977), o por los significados elocuentes y propositivos de las estructuras del discurso que demuestran abiertamente sus marcos interpretativos (Dore, 1979).

En contraste, muchos psicólogos cognoscitivos han demostrado una tendencia de visualizar a los marcos como estructuras, los "esquemas", que existen como parte del conocimiento previo del sujeto, y no como estructuras generadas a través de la interacción con el texto.

Por lo tanto, se requiere de una teoría de la inferencia, que describa cómo el sujeto interactúa con el texto, o con el marco interpretativo de las propiedades del texto, así como las del conocimiento previo o el contextual.

Los estudios etnográficos de la conversación, ofrecen una teoría de la inferencia en la cual los marcos interpretativos son ligados directamente a las manifestaciones del discurso que las señalan, y a las estructuras que las desarrollan. Por lo tanto, las valoraciones etnográficas de la inferencia de la conversación, son de principal relevancia para la investigación del problema teórico y metodológico, central en el análisis y comprensión del discurso.

Los análisis etnográficos de la conversación, ven a ésta como una interacción social en la cual el lenguaje funciona como uno de los principales significantes por los cuales las actividades sociales son susceptibles de cumplirse, lo que contribuye a la explicación del por qué el lenguaje representa la razón principal para la interacción social.

Las diferentes posturas de la investigación del discurso, enfatizan diferentes aspectos del lenguaje y la interacción social y convergen en los siguientes puntos:

- (1) La naturaleza y organización de las unidades y reglas para analizar el discurso.
- (2) Generación de estrategias y normas para regular el lenguaje y la interacción social dentro de las conversaciones.
- (3) La naturaleza y función de los marcos contextuales en la interpretación, producción y estructura del discurso.

Para nuestro estudio es importante poder analizar la estructura del lenguaje en el aspecto sintáctico y semántico, así como la demanda cognoscitiva de acuerdo a los objetivos educacionales, por lo cual el análisis del discurso resulta de gran relevancia metodológica y los procesos de la inferencia de la conversación comprenden la interacción de los códigos del lenguaje con el contexto al interpretar el discurso escrito y determinar su calidad conceptual.

En relación a los códigos será importante traer a colación, las ideas de Bernstein (1964) sociólogo inglés, quien encuentra que las clases bajas, en general, emplean lo que él llama *código restringido* y que la clase media puede poseer tanto un código amplio como uno restringido. El *código amplio* es más complejo en cuanto a léxico y estructura gramatical y más apropiado para el manejo de lo que se enseña en la escuela. Por eso se cree que los estudiantes de clase baja que no poseen dicho código, obtienen calificaciones bajas.

En resumen: Para comunicarse de una manera efectiva dentro de una conversación, los participantes (en este caso los estudiantes) deben producir un discurso que satisfaga simultáneamente tanto la expresión de un lenguaje claro desde el punto de vista sintáctico, a través del contenido propositivo así como la demanda cognoscitiva (de acuerdo al contenido de enseñanza) necesarios para evaluar la calidad conceptual a través del acto de conversación, y por las limitantes globales asociadas con los marcos contextuales que dan pie a la estructura que se puede visualizar a lo largo de todo el discurso.

Las inferencias son necesarias para producir procesos de comunicación apropiados entre los interlocutores, así como para construir marcos

contextuales apropiados a través del uso de recursos lingüísticos (normas de contextualización, estructuras semánticas del discurso, entre otras).

El conflicto debe ser visto como parte del contenido de la interacción social, no como una característica de la misma.

En términos de Piaget, el conflicto cognitivo se usa para describir el proceso de interacción social que genera un desarrollo cognitivo y normalmente se hace operacional a través de la expresión (tanto verbal como escrita). No obstante, las propias interacciones se caracterizan como conflicto, especialmente en el dominio experimental, cuando éste se genera entre los participantes.

Entender el conflicto como parte del contenido de la interacción social, provoca un cambio del centro de interés, desde los comportamientos que manifiestan el conflicto a la forma en que éste se hace explícito y se resuelve. La atención se desplaza hacia el proceso de interacción, en el que la comunicación entre los participantes es crucial.

El conflicto interindividual es esencial para el desarrollo cognitivo, pero el conflicto individual también promueve el avance, a pesar de no contener un componente comunicativo (Inhelder, Sinclair y Bover, 1974)

#### ***4.6 Estructuras proposicionales y análisis del discurso***

Las estructuras del discurso pueden reflejar de manera más directa las estructuras proposicionales representadas en la memoria semántica (Anderson & Brower, 1973; Fredericksen, 1975; Kintsh, 1974; Rumelhart & Norman, 1975). Por lo tanto los análisis proposicionales del discurso dentro de la Psicología cognoscitiva, tienen como finalidad proporcionar un significado para la información propositiva específica codificada en los textos de lenguaje natural como base para un estudio de las estructuras proposicionales que son necesarias para adquirirlas y comprenderlas.

Las estructuras proposicionales han sido sugeridas en varios sistemas de análisis diferentes, y aunque varían en ciertas particularidades, son comprendidas como teorías que abordan el cómo se representa la información semántica en la memoria, y cómo es capaz de proporcionar modelos heurísticos que permitan un análisis de las estructuras de conocimiento adquirido.

Los estudios experimentales sobre la comprensión del discurso que han sido motivadas por estas dos posturas, han proporcionado suficiente evidencia de que durante la comprensión, los generadores de discurso adquieren estructuras de conocimiento que reflejan tanto los aspectos de las manifestaciones superficiales y propositivas de la estructura del discurso, y de su conocimiento previo. En la postura del texto base, el interés se ha centrado en el cómo los artículos propositivos son incluidos en los textos, influenciados por las manifestaciones superficiales textuales (de cohesión, etc.) y en la estructura propositiva de los textos. Este trabajo ha demostrado que el conocimiento propositivo adquirido, refleja la interacción de la estructura propositiva del texto, con aspectos superficiales de la realización del discurso, particularmente en las manifestaciones cohesivas.

Tanto las manifestaciones textuales como las estructuras propositivas producen efectos poderosos en la estructura de las proposiciones que son usadas a lo largo de un discurso. Las posturas de texto base generalmente no asumen una estructura arreglada "a priori" para el texto, pero estudian las estructuras propositivas que los individuos asignan al texto.

Estas investigaciones revelan de una manera típica el desarrollo y las diferencias individuales en las proposiciones del lenguaje que los sujetos usan en la elaboración de su discurso, así como en el número de proposiciones que están relacionadas de una manera inferencial a las proposiciones del texto.

Por lo tanto, los estudios de conocimiento propositivo adquiridos al comprender el discurso, han mostrado un proceso tanto de texto base, como de conocimiento base. Así, la comprensión parece combinar tanto los procesos basados en el texto, como los procesos basados en el conocimiento, que actúan de una manera interactiva, mientras que el generador de discurso construye una estructura propositiva para el texto. Las inferencias ocurren típicamente en la asimilación de texto que reflejan las propiedades de éste, tanto en la estructura propositiva como en las manifestaciones textuales. De esta manera, la comprensión parece ser un proceso inferencial intrínseco en el cual las inferencias, reguladas por la información del texto, y enmarcada por el conocimiento previo, permiten al estudiante, haciendo uso del lenguaje, formular una estructura interpretativa adecuada para el texto, que vaya más allá de las proposiciones codificadas explícitamente a lo largo de todo el texto.

Tres grandes categorías de las funciones de la inferencia han sido enfatizadas en las investigaciones de la comprensión (Frederickson et al, 1978). En la primera, la cual puede describirse como "función conectiva", las inferencias son realizadas para conectar las proposiciones del texto que no se encuentran relacionadas explícitamente en él. Las inferencias conectivas permiten al sujeto crear un "puente" entre las proposiciones de texto para construir una estructura integrada propositiva para el texto, y por lo tanto permitirle al sujeto (o en este caso para el análisis del discurso de los estudiantes) comprender la coherencia que se presenta en el discurso.

Crothers (1978), le ha adjudicado una importancia primordial al significado de la coherencia en el texto, en su énfasis por determinar las características de cómo las inferencias funcionan para conectar las proposiciones de los textos. La segunda función de la inferencia es la de generar una macroestructura para el texto, la cual es enfatizada por Van Dijk (1977) y acercamiento de esquemas que conciben a la inferencia como un proceso de llenar vacíos (o variables) en esquemas arreglados de discurso. Cualquiera de estas funciones de inferencia, funciones conectivas y de macroestructura operan internamente en el texto, tratando al discurso respectivamente como una unidad de lenguaje coherente.

Sobre estos soportes teóricos, el presente trabajo investiga cómo los estudiantes hacen uso del lenguaje y a través de su estudio, reconocer las limitantes contextuales en la inferencia del discurso para posteriormente enmarcar los procesos inferenciales en la comprensión de conocimiento científico.

Actualmente el análisis de textos por las distintas disciplinas que abordan el tema, requieren un estudio integrado, a la cual van Dijk (1996) llama "*La ciencia del texto*", su tarea consiste en describir y explicar las relaciones internas y externas de los distintos aspectos de las formas de comunicación y uso de la lengua, tal y como se analizan en las distintas disciplinas.

Sin lugar a dudas, la *lingüística* cumple una parte de esta tarea, y también lo hacen sobre todo la sociolingüística y la psicolingüística. Si bien la ciencia del texto se superpone parcialmente con la lingüística o como mínimo se basa en ella, la lingüística hasta ahora sólo discute de forma muy indirecta, las estructuras textuales retóricas, estilísticas, literarias, argumentativas o

narrativas, o bien se limita a la descripción de la estructura o del empleo de oraciones.

Se parte del supuesto de que el uso de la lengua, la comunicación y la interacción social se producen ante todo bajo la forma de textos, es importante entonces, analizar sistemáticamente diferentes tipos de textos, estructuras textuales y sus diferentes condiciones y características.

Una gramática describe un sistema de normas más o menos abstracto en el que se basa un uso <<ideal>> y sistemático del idioma. La psicolingüística y la psicología cognitiva se ocupan actualmente en explicar el funcionamiento real de este sistema lingüístico en términos de determinadas condiciones y particulares procesos cognitivos, pero sobre todo, qué normas y estrategias se aplican cuando un hablante produce o comprende un texto.

Para la ciencia del texto es importante obtener una explicación de cómo los hablantes son capaces de leer o de oír manifestaciones lingüísticas tan complejas como son los textos, de entenderlos, extraer ciertas <<informaciones>>, almacenarlas (al menos parcialmente) en el cerebro y volver a reproducirlas, según las tareas, las intenciones o los problemas concretos que se presenten.

La psicolingüística, recientemente, empezó a plantearse estas cuestiones, llevar a cabo experimentos, diseñar modelos y desarrollar teorías para describir y explicar este tipo de comportamiento lingüístico tan complicado, ya que el hecho de que un hablante habitual no pueda de ninguna manera retener y recordar en el cerebro todas las informaciones estructurales o de contenido de un texto supone uno de los problemas más importantes, de modo que una selección u otros procesos de reducción de la información resultan indispensables.

Si sabemos qué informaciones expresan o almacenan los hablantes en el cerebro -según el contenido y la estructura del texto, los conocimientos previos, los intereses, el entrenamiento, etcétera, así como según el planteamiento concreto de tareas y la situación particular-, obtendremos un instrumento importante para comprender los procesos de enseñanza y poder guiarlos y optimizarlos.

Es también muy importante conocer la estructura del conocimiento que el hablante ya posee e investigar cómo se modifica este conocimiento al vincularse con nueva información (problema que también interviene en la denominada inteligencia artificial).

El conocimiento de los procesos cognitivos en la elaboración de textos nos facilita una base para el análisis de los procesos de interacción social, por ejemplo. Un individuo actúa según unos conocimientos casuales pero también generales y convencionales que posee gracias a sus congéneres y a la sociedad en general. Este conocimiento se lo ha organizado mediante la interacción y la percepción, pero sobre todo mediante un sinfín de textos con los que ha tomado contacto en múltiples situaciones de comunicación.

Los psicólogos cognitivos han visualizado a la comprensión del discurso como un punto esencial del conocimiento humano, porque el discurso refleja procesos de pensamiento interconectados y estructuras de conocimiento coherente.

Cualquier persona al hacer uso del lenguaje debe descubrir esta estructura para comprender adecuadamente los textos, y deberá ser capaz de generar dichas estructuras para producir un discurso coherente. Consecuentemente, al estudiar el desarrollo de la habilidad necesaria para adquirir conocimiento, o para producir discurso, se debe investigar cómo el individuo adquiere, representa y construye estructuras del conocimiento (Fredericksen, 1983).

De acuerdo a Campos y Gaspar, el discurso está compuesto por enunciados, es decir, realizaciones concretas de un locutor o emisor (Puig, 1991). Es un conjunto de actos locutorios que contienen conexiones entre sus componentes o propiedades sintagmáticas, y su validez lógica, o propiedades paradigmáticas, (Ducrot y Anscombe, citados por Puig, p-16). Sus características siempre remiten a procesos de producción (Guespin, 1980), de reconocimiento social en condiciones históricas específicas (Verón, 1980) y referentes culturales (Jiménez, 1989).

El discurso es un instrumento muy poderoso porque permite captar, organizar y expresar la realidad y sus representaciones, además por su intermedio se muestran directamente estructuras de conocimiento (Frederiksen, 1983).

El discurso es la capa sintáctica de los significados y su estructura permite saber qué componentes se relacionan entre sí, potenciando el significado. Al

comunicar ideas o conocimiento, se realiza un acto de habla o "forma de revelar una intención comunicativa y, por lo tanto, interactiva" (Levet, 1992 p-4).

Las ideas se codifican para comunicarse de acuerdo con el contexto de los interlocutores y las intenciones subyacentes del emisor: una comunicación tiene un contexto, expresa contenido y emociones y sugiere otros significados y contextos. La intención selecciona el mensaje, que es una estructura conceptual formada como un lenguaje proposicional" (Levet, 1992 p-5) con elementos conectados y conectables entre sí. De esta manera, el discurso es, en tanto que texto base (Frederiksen, 1983), una de varias formas posibles de comunicar conocimiento. En este proceso, el acceso lexical permite seleccionar las formas gramaticales que manifestarán un significado deseado.

La comunicación se hace con base en conceptos, incluidos en enunciados proposicionales (Frederiksen, 1983; Bock y Loebell, 1990; Holmes, 1995). Debido a las consideraciones anteriores, el conocimiento se puede estudiar mediante el análisis del discurso.

Según Trudgill (1986), una subcategoría de la sociolingüística es la de estudios de objetivos tanto sociológicos como lingüísticos, a los cuales pertenecen:

- 1) la sociología del lenguaje
- 2) la psicología social del lenguaje
- 3) la lingüística antropológica
- 4) la etnografía de la comunicación y
- 5) el análisis del discurso.

El análisis del discurso es un campo nuevo y vastísimo. Hay en él varios enfoques. Uno define su área como el estudio de las relaciones gramaticales que van más allá de la oración. Se puede estudiar lingüísticamente la cohesión y la coherencia de un párrafo, un texto largo, una conversación, un género literario, entre otras.

Otro enfoque estudia el contenido del discurso relacionándolo con su forma lingüística. El primer tipo pertenece más propiamente a la lingüística pura que a la sociolingüística. El segundo enfoque es más difícil de considerar, en él hay influencia de Grice, quién postula el principio cooperativo, de manera que los

considerado como representación estructural del saber, formado por variables (o vacíos) los cuales a través del proceso de *instanciación*, propicia que la persona interprete el discurso al compararlo con una estructura ya conocida como “el esquema”.

Las teorías del “esquema” consideran a la comprensión como un tipo de patrón de reconocimiento, en el cual se insertan las proposiciones del texto en los “espacios vacíos” del esquema o texto prototipo.

A partir de los estudios de Frake (1977), el concepto de marco ha tomado dos vertientes muy importantes. Una, el ámbito de dicho concepto se ha ampliado con la finalidad de comprender unidades más extensas de discurso contextualizado; y la segunda, el concepto de marco visto como estructura compuesta, es decir, como una construcción por parte de los participantes en la conversación a través de la interacción lingüística.

A manera de resumen podemos decir que considerar que el lenguaje es interacción en un contexto, nos lleva a plantear que la acción lingüística cumple sus propósitos comunicativos debido a que conocemos la acción de significar. En el intercambio comunicativo, el emisor y el receptor aportan el conocimiento de la lengua y su saber cultural o contextual, de tal modo que el texto o discurso es construido tanto por el que lo produce, porque tiene la intención de que su acto lingüístico sea efectivo para lograr la comunicación, como por el que lo recibe, puesto que acepta dicha comunicación. De ahí que se considere que el discurso es una *construcción social*, en la que deben estar presentes y conjugarse los factores mencionados.

Podemos afirmar, entonces, que mediante el discurso no sólo se transmite, sino que se crea el conocimiento. Si el aprendizaje es concebido como un proceso de construcción del conocimiento que cada persona realiza interaccionando con los demás sujetos, resulta fundamental analizar el discurso para conocer la calidad conceptual en el proceso de construcción del conocimiento que se da en el aula.

## **SEGUNDA PARTE: FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS**

### **V. EL MODELO DE ANÁLISIS PROPOSICIONAL (EL MAP)**

#### ***5.1 Bases teóricas del modelo***

La metodología empleada en esta investigación para estudiar la organización lógico-conceptual de los estudiantes de secundaria sobre conceptos biológicos se sustenta en el Modelo de Análisis Proposicional (MAP) de Campos y Gaspar. Este modelo versa sobre el conocimiento aprendido, por lo que es importante establecer los fundamentos teóricos con los que se abordan el conocimiento y el aprendizaje.

El trabajo se orienta al conocimiento de las organizaciones conceptuales de los estudiantes, las cuales se analizan por su representación jerárquica, de acuerdo a la propuesta de Novak (1988). La diferencia estriba en que en el MAP no proporciona un listado de conceptos para su organización, sino que se parte de un discurso argumentativo para explorar las organizaciones conceptuales que los estudiantes poseen en torno a un concepto específico.

Para la presente tesis doctoral se seleccionó el Modelo de Análisis Proposicional porque ofrece las bases teórico-metodológicas adecuadas para obtener elementos importantes sobre el proceso de construcción del conocimiento y una manera distinta y sólida de investigar y clasificar la cantidad, pero sobre todo la calidad conceptual del conocimiento científico de los estudiantes.

El modelo se basa en la definición operacional de concepto cognoscitivo como “un proceso de construcción de representaciones simbólicas que posee varias dimensiones interrelacionadas”. A la organización conceptual la considera fundamental, porque permite al estudiante acceder a su propio conocimiento, a nuevo conocimiento y a producir nuevas categorías. (Campos, Gaspar y Alucema, 1995 p-3).

Una *organización conceptual* es un conjunto integrado de conceptos y relaciones lógicas que los conectan de manera específica, cuya configuración varía de acuerdo con la dinámica de la interacción social y construcción de la propia persona.

El conocimiento así organizado, permite el razonamiento, la asimilación y la construcción de discursos (Prawat, 1989; Barsalou, 1989). Se plantea que “parece que la dificultad en la construcción de argumentos se debe a problemas en la habilidad para organizar lógicamente la información” (Campos y Gaspar, 1994<sup>a</sup>; Campos, 1989).

De acuerdo al modelo, las organizaciones conceptuales que posee un individuo para un tema específico, pueden ser determinadas mediante un discurso, ya que éste es un producto de procesos de pensamiento y estructuras de conocimiento coherente (Frederiksen, 1981).

En los estudiantes se puede determinar que ha habido aprendizaje cognoscitivo en su dimensión lógico-conceptual a través del discurso. Estas organizaciones así reflejadas acerca de un tema específico pueden reorganizarse en su contenido lógico y conceptual en el tiempo (Campos y Gaspar, 1994).

El discurso emitido acerca de un tema particular y producido a partir de organizaciones conceptuales son construidas en un contexto específico y pueden analizarse semántica y sintácticamente (ib.)

De acuerdo a este modelo, el conjunto significativo más pequeño de organización conceptual es la *proposición*. Esta se define como un enunciado específico temático-contextual formado por lo menos por dos conceptos y por lo menos por una relación lógica que los conecta. Cada concepto define un evento, un proceso o un fenómeno, identificado en el discurso generalmente por sustantivos. Cada relación lógica que los conecta se construye a partir de acciones (formas verbales genéricas y formas verbales derivadas de conceptos), y estructuras utilizadas en la lógica formal (Campos y Gaspar, 1996).

Un elemento muy importante para el análisis de la calidad conceptual, es el *núcleo conceptual*. Este se define como un concepto presente en por lo menos dos proposiciones distintas del mismo discurso. A partir de los núcleos conceptuales, se obtiene la configuración temática, que incluyen los componentes semánticos conceptuales fundamentales de *la zona de conocimiento* del tema por estudiar.

Para la evaluación del modelo se requiere una validación epistemológica, porque el conocimiento que se expresa mediante el discurso puede contener

nociones organizadas o desorganizadas acerca de un tema y el conocimiento puede ser científico o no científico. Con propósitos analíticos, el modelo establece una clasificación de las organizaciones conceptuales, en tres tipos de Marcos: Marcos Conceptuales, Marcos Referenciales y Marcos Nacionales, que representan organizaciones fuertes, intermedias y débiles, respectivamente.

La clasificación de un Marco de un estudiante o de un grupo de ellos no es definitiva, menos aún si se considera que se trata sólo de una parte de su organización conceptual que corresponde al cuestionamiento al que ha sido expuesto, por ejemplo un estudiante puede ser clasificado en Marco referencial en un tema y en Marco Ncional en otro.

En esta investigación se evalúa la organización conceptual de los estudiantes de secundaria en diferentes momentos de su formación educativa que incluyen los dos cursos completos de la asignatura de biología. En cada momento se analiza la coherencia de su discurso, el grado de precisión con que maneja la información científica, la porción de lo básico del tema que tiene incorporado a su estructura conceptual y el grado de asimilación de los conceptos, especialmente los considerados como nucleares.

**Análisis del discurso.** Se inicia con el análisis proposicional para la identificación de proposiciones y sus componentes gramaticales (conectores y modificadores). Cada proposición se divide en tres grupos: conectores y modificadores, conceptos y relaciones lógicas, con base en la naturaleza semántica y sintáctica del texto.

A partir de lo anterior se calcula el índice de coherencia del discurso, referido en el modelo como *densidad*, simbolizada por la letra (**d**) y definida como la razón entre el número total de conceptos (**c**) y número total de relaciones lógicas (**r**). Por lo tanto:  $d = c / r$ .

De acuerdo con la definición de proposición, el valor mínimo de densidad en una proposición o texto es:  $(d) = c / r = 2 / 1 = 2$ , y varía conforme se extiende el propio texto. Por lo tanto, entre menor sea el valor numérico de la densidad el texto presenta mayor densidad, es decir, es más denso.

A continuación se procede a la elaboración del *mapa proposicional* con base en el análisis semántico.

El mapa proposicional es un esquema que muestra la relación de los conceptos y su conexión con otros conceptos a través de relaciones lógicas y componentes gramaticales, estableciéndose una organización jerárquica entre ellos.

La intersección de por lo menos dos proposiciones, determina la presencia del *núcleo conceptual* que puede ser simple o múltiple y una organización conceptual puede tener uno, varios o ningún núcleo conceptual.

***Análisis de correspondencia lógico-conceptual.*** El análisis de correspondencia consiste en llevar a cabo una comparación entre el discurso del estudiante y otro discurso llamado *criterio*, el cual puede provenir del profesor(a) que les imparte la materia, de un experto, del desarrollo del tema expresado en el libro de texto u otras fuentes, es decir el contenido referente a un tema específico que se considere como válido.

La correspondencia conceptual y de relaciones lógicas de acuerdo al modelo se considera en los siguientes tres niveles: es *idéntica* cuando el estudiante emplea exactamente el mismo término y la misma relación lógica del discurso criterio; *equivalente*, cuando se usan diferentes términos pero con significado similar (sinónimos) o relacionado con el contexto de la pregunta, tanto para los conceptos como para las relaciones lógicas y *alusiva*, cuando el estudiante usa un concepto o relación lógica con un significado que solo alude vagamente a los establecidos en el discurso criterio. Por ejemplo cuando los estudiantes de secundaria nombran el término *glúcido* para referirse a los carbohidratos o el término *lípidos* como sinónimo de grasa. En ambos casos los términos se consideran idénticos.

La correspondencia idéntica, con base en el uso de términos idénticos, da crédito al uso del componente denominativo de una conceptualización determinada en un contexto dado, ya que en éste se utilizan términos comunes para permitir la comunicación.

La correspondencia no es únicamente término a término, sino que puede haberla de un concepto del estudiante a varios del criterio, de varios del primero con uno del criterio y combinaciones de conceptos o relaciones lógicas del criterio. Todo ello debido a la flexibilidad semántica, los grados de precisión y las formas sintácticas que una persona usa en un momento dado como su texto base (Frederiksen, 1983) para comunicar su conocimiento.

Una vez definida la correspondencia, se elabora el *mapa proposicional de correspondencia*, en el que se puede apreciar la estructura lógica y epistemológica del conocimiento organizado por cada estudiante, así como la forma y la medida en que se organiza conforme a lo esperado: *conceptos fuertes o débiles*, conectados en forma fuerte o débil. Así, visualmente se puede observar la precisión conceptual y lógica, por separado y en conjunto, de la respuesta de cada estudiante.

***Correspondencia conceptual.*** La correspondencia conceptual es igual al número de conceptos que muestra el estudiante en su organización conceptual que son idénticos, equivalentes o alusivos respecto al discurso criterio.

El índice de correspondencia conceptual (cc) está determinado por la relación entre el número de conceptos del estudiante que se corresponden con los del criterio (CTS) y el número total de conceptos de la organización conceptual del criterio (CT), es decir,  $cc = CTS / CT$ .

***Correspondencia de relaciones lógicas.*** La correspondencia en relaciones lógicas tiene por objeto identificar la correspondencia entre las relaciones que usa el estudiante para conectar el conjunto de conceptos en correspondencia y las que se establecen en el discurso criterio en ese conjunto. Se obtiene un índice de correspondencia en relaciones lógicas (cr) determinada por la relación entre el número de relaciones lógicas que empleó el estudiante (RSTC) y el número de relaciones lógicas del discurso criterio que se encuentran en correspondencia con las del estudiante (TRC), por lo tanto,  $cr = RSTC / TRC$ .

En este paso es necesario construir una mapa de correspondencia relacional, con base en el mapa de correspondencia conceptual, para mostrar las relaciones lógicas que el estudiante utiliza en correspondencia con el criterio en este aspecto.

En el mapa de correspondencia las relaciones lógicas idénticas se representan con una línea continua gruesa, las equivalentes con una línea continua delgada, y las alusivas con una línea cortada delgada. Cuando el estudiante realiza conexiones entre conceptos, sin correspondencia, éstas se indican con una línea punteada. (Ver anexo).

**Correspondencia con el núcleo conceptual.** La correspondencia con el núcleo se obtiene cuando uno o más conceptos que constituyen el núcleo conceptual del discurso criterio están presentes en el discurso de los estudiantes. Desde el punto de vista de la asimilación y construcción del conocimiento, el núcleo conceptual es el mínimo que el estudiante debe aprender sobre la estructura básica y sus ramificaciones de una zona de conocimiento y si no están presentes, el estudiante tendrá dificultad para asimilar otros contenidos. El índice de correspondencia en núcleos conceptuales (c) se obtiene al dividir el total de núcleos conceptuales del estudiante en correspondencia (CSTc) entre el número de núcleos conceptuales del discurso criterio (Ctc), esto es:

$$c = CSTc / Ctc.$$

**Determinación del Índice de calidad.** De acuerdo al MAP los conceptos y las relaciones lógicas en una organización conceptual, solamente tienen significado cuando se presentan en conjunto por las razones de estructuración discursiva, mencionadas anteriormente, dichos conceptos deberían relacionarse de una forma específica de acuerdo con el criterio. Tomar ambos tipos de correspondencia significa identificar la zona de intersección de dos diferentes organizaciones conceptuales, la del estudiante y la del criterio. Esta intersección se denota como q:  $q = (cc \times cr)$ , es decir, la calidad conceptual (q) se obtiene al multiplicar el valor de la correspondencia conceptual (cc) por la correspondencia relacional (cr).

**Índice de calidad global.** El modelo establece que el núcleo conceptual es tan importante que su asimilación es factor de calidad en la organización conceptual del estudiante. Al agregarlo al factor q, se tiene un índice general de calidad con base en la correspondencia en precisión y lo central o básico (q + c) de una zona de conocimiento determinada. Sin embargo para tener un índice general de calidad del discurso que se estudia contra un criterio preestablecido, es necesario incluir el valor de densidad, que se encuentra en el plano sintáctico organizador del discurso, como ponderación de la calidad en precisión, que está en el plano semántico. Este índice se simboliza por la letra Q (q mayúscula) y se obtiene por la división de la sumatoria del valor de la calidad conceptual (q) + el valor de correspondencia del núcleo conceptual (c) entre el valor de la densidad (d). Por lo tanto,  $Q = (q + c) / d$ , el valor de Q nos indica que se ha asimilado masa informativa y relacional en conjunto con aspectos básicos o centrales de acuerdo con una estructura sintáctica.

**Clasificación de la organización conceptual.** Campos y Gaspar establecen en su modelo una clasificación de la organización conceptual a través de hipótesis de valores mínimos de correspondencia y densidad. La correspondencia varía entre ninguna ( $cc = cr = c = 0$ ) y total ( $cc = cr = c = 1$ ), mientras que la densidad puede ser muy fuerte ( $d = 0$ ) o muy débil ( $d > 2$ ), que representa una compleja combinación de niveles de asimilación en precisión en masa informativa, relacional básica, y la forma se expresarla, de una zona determinada de conocimiento. De acuerdo con las definiciones anteriores, se plantean las siguientes hipótesis sobre los valores de variación de los índices mencionados para la clasificación de organizaciones conceptuales:

**Hipótesis de precisión en asimilación de conceptos.** De acuerdo con los elementos teóricos anteriores, el estudiante asimila sólo la porción de los componentes conceptuales de una zona de conocimiento en condiciones regulares de aula, es decir,  $C_{TS} < C_T$ . Por lo tanto se plantea que esta porción es igual o menor a la mitad de esa zona en esas condiciones, es decir,  $C_{TS} \leq 0.5 C_T$ .

**Hipótesis de precisión en asimilación de relaciones lógicas que conectan conceptos en correspondencia.** La asimilación relacional implica un nivel de precisión muy alto en la masa conceptual en correspondencia; debido a que ésta puede ser equivalente o alusiva, se puede reducir la precisión en las conexiones lógicas entre conceptos. Por ello, lo más probable es que se asimile sólo una parte de las relaciones lógicas entre conceptos en correspondencia:

( $R_{STC} < R_{TC}$ ). Por tanto se plantea que  $R_{STC} \leq 0.5 C_T$ .

**Hipótesis de precisión en asimilación de los conceptos centrales en una zona determinada de conocimiento.** Dado que no se asimila toda una zona de conocimiento, interesa saber si sus componentes fundamentales se asimilan. Se podría suponer que existe una situación similar a las anteriores. De ser así, se asimila el núcleo conceptual en forma parcial ( $C_{STc} < C_{Tc}$ ). Por lo tanto, se plantea que  $C_{STc} \leq 0.5 C_{Tc}$ .

**Hipótesis de necesidad lingüística en la generación de discurso.** Un nivel dado de coherencia en un discurso amplio es difícil de mantener, por lo que la densidad varía. De acuerdo con las definiciones y discusión anteriores, se plantea que la densidad varía en el rango  $1 \leq d \leq 2$ , sin requerir componentes redundantes o no pertinentes.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## 5.2 La población estudiada

**Universo.** Estudiantes de secundaria de la asignatura de biología.

**Población.** El estudio se realizó en dos grupos mixtos de la asignatura de biología, de 40 alumnos cada uno, de la Escuela Secundaria Anexa a la Normal Superior de la Ciudad de México durante los ciclos escolares 1996-1997 y 1997-1998.

**Muestra.** Alumnos y alumnas del grupo M-9 (Grupo B) del turno matutino y del grupo V-7 (Grupo A) del turno vespertino.

**Muestra analizada.** Los resultados que se muestran proceden de la selección de un conjunto de alumnos (10 de cada grupo) que estuvieron presentes en todas las aplicaciones de los exámenes durante los dos ciclos escolares.

Con las respuestas dadas en los exámenes tanto de los profesores como de los alumnos sobre los temas en cuestión, se realizó la fase de análisis de discurso prevista en el MAP (Campos y Gaspar, 1996, 1997).

Para cada estudiante y profesor se llevó a cabo lo siguiente:

- Identificación de *proposiciones*, analizando en cada una, los *conceptos* y *relaciones lógicas*.
- Elaboración del *mapa proposicional*, con la correspondiente identificación de los *núcleos conceptuales*.

Con la información ya organizada, se elaboró el *análisis de correspondencia* prevista en el MAP (ib.)

- Se analizaron los conceptos y relaciones lógicas empleados por cada estudiante y se estableció su correspondencia (de acuerdo con el nivel semántico: *idénticos*, *equivalentes* y *alusivos*, respecto al criterio del grupo respectivo).
- El conjunto de conceptos y relaciones lógicas en correspondencia con cada proposición del criterio.

- El agregado grupal, permitió identificar familias de proposiciones *en correspondencia* (ib.). Estas representan diferentes formas, en distintos niveles de precisión, referidas a subzonas específicas de conocimiento.
- Se obtuvieron los valores cuantitativos de correspondencia conceptual, correspondencia relacional, calidad lógico-conceptual, correspondencia con el núcleo, densidad lógico-conceptual, y se determinó la correspondiente clasificación de cada organización conceptual, para dicha muestra.

### 5.3 Confección de los instrumentos

Los instrumentos de aplicación se elaboraron de acuerdo a los contenidos medulares que los programas de secundaria proponen. Las preguntas que se elaboraron para cada tema fueron las siguientes:

Para el tema de *evolución* sólo se aplicó el pos-test con las siguientes preguntas :

1. ¿Qué entiendes por teoría sintética de la evolución?
2. De acuerdo con la definición anterior, explica por qué se da la evolución en las especies.
3. Menciona un ejemplo para explicar el proceso evolutivo, de acuerdo a esta teoría.

Para el tema de *genética*, también se aplicó sólo el pos-test, con las siguientes preguntas :

1. ¿Qué estudia la genética?
2. Enuncia y explica las Leyes de Mendel
3. ¿Qué importancia tiene el estudio de la genética?

Para el tema de *biomoléculas* se aplicaron pre-test y pos-test, con las siguientes preguntas :

1. ¿Qué son las biomoléculas?
2. ¿Cómo están constituidas?
3. Menciona los principales grupos en los que se clasifican las biomoléculas y da características de cada grupo.

4. ¿Qué semejanzas y diferencias existen entre biomoléculas y polímeros?

Para el tema de **célula** se aplicaron pre y pos- test y las preguntas fueron :

1. Enuncia los postulados de la teoría celular
2. Con base en esos postulados ¿qué diferencias y semejanzas existen entre la células vegetal y la animal?
3. ¿Qué dice la teoría celular sobre las células procariontes y células eucariontes?
4. ¿Qué diferencias importantes existen entre la división mitótica y meiótica?.

Para el tema de **salud** se aplicaron pre y pos -test y las preguntas fueron :

1. ¿Qué es la salud y cómo podemos conservarla?
2. ¿Qué es la enfermedad y que consecuencias individuales y sociales trae consigo?
3. Da ejemplos de enfermedades que provoquen mayores efectos nocivos a la salud ¿cómo podrían evitarse?

La duración de los exámenes se previó para una clase normal de 50 minutos. Sin embargo ninguno de los estudiantes ocupó el máximo de tiempo.

El análisis de la información se dividió en dos fases, la primera permitió realizar el análisis lógico-conceptual y epistemológico, y determinar a través del mapeo, las relaciones establecidas por los alumnos entre los conceptos nucleares, subconceptos y relaciones sintácticas y semánticas, elementos fundamentales para caracterizar la organización conceptual de su estructura cognitiva.

En las segunda fase se determinó la similitud semántica y la estructura relacional del contenido conceptual y lógico entre la respuesta de cada estudiante y la del referente-criterio. Este análisis permitió establecer niveles de precisión de cada componente semántico (conceptos y relaciones lógicas).

Para la elaboración de los tests se diseñaron preguntas especiales con el objeto de obtener respuestas por parte de los alumnos que en tres niveles discursivos diferentes :

**Descriptivo.** En este nivel se deben proporcionar elementos que caractericen el significado del término.

**Explicativo.** Es un nivel más profundo, en el cual deben darse las características del concepto, respecto a su función y estructura.

**Ejemplificativo.** En este nivel se deben proporcionar ejemplos para analizar su grado de aplicación.

#### **5.4 Obtención de la información**

La obtención de la información fue a través de un examen escrito con preguntas que proporcionaran contenido en los niveles: descriptivo, explicativo y ejemplificativo, con indicaciones adicionales para que los estudiantes expresaran todo lo que supieran al respecto, a través de las preguntas guía.

Antes de iniciar los temas seleccionados se aplicó el pre-test para la detección de las ideas previas de los estudiantes y aproximadamente dos meses después de tratar el tema se aplicó el pos-test para evaluar la calidad y transformación conceptual. Este lapso permitió eliminar el problema de repetición o memorización por parte del alumno. El factor de preparación del tema, por parte del estudiante, se descartó al aplicar el instrumento sin previo aviso.

En todas las ocasiones se les solicitó a los estudiantes que expresaran todo lo que supieran respecto al tema en cuestión. Se indicó, en cada aplicación que disponían de todo el tiempo (duración de la clase = 50 minutos) para responder a las preguntas.

Tanto alumnos como maestros estuvieron en la mejor disposición para la elaboración de los textos, un factor puede ser porque la presencia del investigador en esta metodología no es abrumadora, ya que existieron lapsos de tiempo de dos meses para la aplicación de los exámenes siguientes.

## TERCERA PARTE: RESULTADOS DEL TRABAJO DE CAMPO

### VI. EL CASO DEL GRUPO A

#### EVOLUCIÓN

##### *6.1 La respuesta criterio y las exigencias epistemológicas.*

##### *Discurso de la profesora del grupo A (respuesta criterio) en torno al tema de evolución.*

Preguntas a las que dio respuesta.

1. ¿Qué entiendes por teoría sintética de la evolución?
2. De acuerdo con la definición anterior, explica por qué se da la evolución en las especies.
3. Menciona un ejemplo para explicar el proceso evolutivo.

Las respuestas de la profesora del grupo "A" a las preguntas anteriores, fueron las siguientes, de las cuales se obtuvo el *mapa proposicional criterio* (ver Anexo. Fig. 1).

*1. "La teoría sintética de la evolución se basa en la formación natural desde compuestos inorgánicos a compuestos orgánicos por efectos de factores como presión y calor, hasta la formación natural desde compuestos inorgánicos hasta compuestos orgánicos por efectos de factores como presión y calor, hasta la formación de coacervados y protocélulas.*

*La T.S. de la E. comprobada por los experimentos de Miller y Urey en la producción de compuestos orgánicos.*

*2. La evolución se presenta por cambios en los genes quizá provocados por las condiciones climáticas de la época. Estos cambios pueden y deben ser significativos y permitir una mayor adaptación al medio y de forma heredada.*

3.Ejem. la evolución del caballo y la jirafa”.

A continuación se analiza el discurso de la profesora que estuvo a cargo del grupo “A” durante el ciclo escolar (1996-1997).

**Análisis Proposicional del discurso (CRITERIO) de la Profesora del Grupo A. Concepto: evolución**

Conectores y modificadores	CONCEPTOS	Relaciones Lógicas
P1		
< La > la	C1 : <TEORÍA SINTÉTICA DE LA EVOLUCIÓN > C2 : FORMACIÓN NATURAL C3 : COMPUESTOS INORGÁNICOS C4 : COMPUESTOS ORGÁNICOS	R1 : se basa en R2 : desde R3 : a R4 : por
de	C5 : EFECTOS C6 : FACTORES C7 : PRESIÓN	R5 : como R6 : y
la	C8 : CALOR C9 : FORMACIÓN NATURAL : COMPUESTOS INORGÁNICOS : COMPUESTOS ORGÁNICOS	R7 : hasta R8 : desde.....a R9 : hasta R10 : por
de	: EFECTOS : FACTORES : PRESIÓN : CALOR	R11 : como R12 : y R13 : hasta
la	: FORMACIÓN	
de	C10 : COACERVADOS C11 : PROTOCÉLULAS	R14 : y
P2		
< La >	: < TEORÍA SINTÉTICA DE LA E. >	R15 : <está > comprobada R16 : por
los	C12 : EXPERIMENTOS	
de	C13 : MILLER C14 : UREY	R17 : y R18 : en
la	C15 : PRODUCCIÓN	
de	: COMPUESTOS ORGÁNICOS.	

<b>P3</b>		
la	: <TEORÍA SINTÉTICA DE LA EVOLUCIÓN >	R19 : < De acuerdo a >
La	C16 : EVOLUCIÓN	R20 : se presenta
		R21 : por
	C17 : CAMBIOS	R22 : en
los	C18 : GENES ,	
quizá		R23 : provocados por
las	C19 : CONDICIONES CLIMÁTICAS	
de la	C20 : ÉPOCA,	
<b>P4</b>		
Estos	: CAMBIOS	R24 : pueden
		R25 : y
	C21 : SIGNIFICATIVOS	R26 : deben ser
		R27 : y
una mayor	C22 : ADAPTACIÓN	R28 : permitir
al	C23 : MEDIO	R29 : y
de	C24 : FORMA HEREDADA	
<b>P5</b>		
< un ejemplo >		R30 : <es >
la	: EVOLUCIÓN	R31 : del
	C25 : CABALLO	R32 : y
la		
	C26 : JIRAFÁ.	

Total del conceptos = 26

Total de Relaciones lógicas = 32

Densidad = Conceptos / Relaciones lógicas = 0.812

Configuración temática del referente-criterio. Los núcleos conceptuales de la figura 1 (globos con líneas más gruesas), son:

Teoría sintética de la evolución (en las proposiciones 1, 2 y 3).

Evolución (en las proposiciones 3 y 5 )

Cambios (en las proposiciones 3 y 4)

Compuestos orgánicos (en las proposiciones 1 y 2).

Total del núcleos conceptuales = 4

Como puede observarse la respuesta a la primera pregunta se desvía totalmente hacia la explicación de la teoría del origen de la vida, de acuerdo al enfoque fisicoquímico. Afirma (erróneamente) que la teoría sintética de la evolución está comprobada por los experimentos de Miller y Urey.

En la segunda respuesta, la profesora define la evolución como los cambios que se dan en los genes y cita la relación con el medio físico.

En la tercera pregunta, la profesora incluye el término de *adaptación* importante en las teorías evolutivas. Sin embargo al proporcionar ejemplos, éstos quedan demasiado escuetos, no describen, no explican, ni ejemplifican y su respuesta queda tan vaga que los argumentos pueden referirse a cualquier teoría evolutiva.

Ya que la respuesta de la profesora no contestó acertadamente a las preguntas sobre y dado que las respuestas de algunos estudiantes fueron más congruentes, se optó por obtener el discurso de un experto, con el fin de elaborar un *segundo mapa proposicional criterio* y llevar a cabo el análisis de los discursos de los estudiantes en correspondencia con el texto elaborado por un especialista en el tema.

A continuación se muestra el análisis proposicional del discurso de un experto para elaborar el mapa proposicional criterio (figura 4).

#### ***Análisis Proposicional del discurso de un EXPERTO .***

CONECTORES Y MODIFICADORES	CONCEPTOS	RELACIONES LÓGICAS
P1		
La	C1 : TEORÍA SINTÉTICA	R1 : o
que la	C2 : NEODARWINISMO	R2 : plantea
un	C3 : EVOLUCIÓN	R3 : es
que	C4 : PROCESO	
en dos		R4 : se da
una	C5 : ETAPAS	R5 : es
la	C6 : INDUCCIÓN DE VARIACIONES	R6 : y
la otra		R7 : es
la	C7 : SELECCIÓN NATURAL.	

P2	La las	: INDUCCION DE VARIACIONES C8 : MUTACIONES.	R8 : se debe a
P3	Las  en los	: MUTACIONES C9 : CAMBIOS C10 : GENES C11 : AZAR	R9 : son R10 : producidos R11 : por
P4	La  la de las	: SELECCIÓN NATURAL  C12 : ADAPTACIÓN C13 : ESPECIES	R12 : ocurre R13 : para R14 : mejorar
P5	La un de que  los  más adecuadas que les  otros  los que su	: EVOLUCIÓN C14 : CONJUNTO : CAMBIOS GRADUALES  C15 : SERES VIVOS C16 : CARACTERÍSTICAS  C17 : ORGANISMOS  C18 : CARACTERES HEREDITARIOS C19 : SOBREVIVENCIA C20 : REPRODUCCIÓN	R15: es  R16: se dan R17: con R18: para desarrollarse  R19 : permitan R20 : sobrevivir R21 : y R22 : procrear a  R23: a quienes R24: heredan  R25 : favorecen R26 : y
P6	Un ejemplo de de la el de algunas que la	: EVOLUCIÓN  : TEORÍA SINTÉTICA C21 : MARIPOSAS  C22 : COLORACIÓN	R27 : acuerdo a R28 : es  R29 : por

de su	C23 : CUERPO	R30 : son devoradas
sus	C24 : DEPREDADORES	R31 : por
los	C25 : PÁJAROS	R32 : como
<b>P7</b>		
Mientras que las	: MARIPOSAS	R33 : con
	: COLORACIÓN	
más		R34 : parecida
al de su	C26 : AMBIENTE	R35 : no son
fácilmente		R36 : reconocidas
		R37 : y
		R38 : por tanto sobreviven
<b>P8</b>		
Los	: ORGANISMOS	R39 : sobreviven
que		R40 : pueden transmitir
los	: CARACTERES HEREDITARIOS	
que		R41 : favorecen
la	: SOBREVIVENCIA	R42 : a
su	C27 : DESCENDENCIA	

Total de conceptos = 27    Total de relaciones lógicas = 42    Densidad = 0.666

Configuración temática del referente criterio. Los núcleos conceptuales fueron:

- Teoría sintética (en las proposiciones 1 y 6)
- Evolución (en las proposiciones 1, 5 y 6)
- Inducción de variaciones (en las proposiciones 1 y 2)
- Selección natural (en las proposiciones 1 y 4)
- Cambio/ s graduales (en las proposiciones 3 y 5)
- Mutaciones (en las proposiciones 2 y 3)
- Especies (en las proposiciones 4 y 5)
- Organismo/ s (en las proposiciones 5 y 8)
- Caracteres hereditarios (en las proposiciones 5 y 8)
- Mariposas (en las proposiciones 6 y 7)
- Coloración (en las proposiciones 6 y 7)

## Sobrevivencia (en las proposiciones 5 y 8)

Total de núcleos conceptuales = 12

El experto llama también a la teoría sintética de la evolución, *neodarwinismo*, ya que la actual teoría evolutiva retoma como fundamento base, varios principios establecidos por Darwin, sin embargo no incluye todas sus ideas, puesto que posteriormente surgieron nuevos descubrimientos que contradijeron algunas de ellas o las explicaron en mejor forma (por ejemplo, los estudios de Mendel).

El experto incluye los conceptos de *inducción de variaciones*, *selección natural*, *mutaciones y cambios de genes al azar*, como núcleos conceptuales básicos para explicar la teoría sintética de la evolución.

Considera muy importante explicar la evolución a través de los conceptos de sobrevivencia, reproducción y transmisión de los caracteres genéticos a la descendencia.

La sobrevivencia la explica tanto en términos genéticos como en relación a la influencia de los factores del medio ambiente.

Es importante precisar que el papel del azar no entra en la producción de variaciones, sino en el resultado de la variación que puede ser útil o no y la variación se da en el seno de una población (Ruiz, 1998).

La selección natural ocurre para mejorar la adaptación de las especies, la relación lógica “para” le da un sentido finalista a la selección natural. Para desprenderse de ese finalismo el enunciado debe ser: la selección natural ocurre y como resultado se da la adaptación de las especies (ib.)

### **6.2 Análisis de la respuesta de un estudiante.**

A continuación se presenta el análisis de discurso y correspondencia, tomando la respuesta de una estudiante (Fernández de Lara) quien obtuvo valores promedio de la muestra estudiada. Se discuten sus aspectos lógico-conceptuales y epistemológicos. Se continúa con una presentación cualitativa del conjunto y finaliza con los resultados cuantitativos.

### *Análisis Proposicional del discurso de un estudiante del grupo "A"*

**Concepto : evolución (Fernández de Lara)**

#### **POSTEST**

El texto completo de la respuesta del estudiante es:

1. *La teoría sintética de la evolución explica por qué los seres vivos han evolucionado y de qué se trata esto.*
2. *Se da por la adaptación de un ser vivo a el cambio de su medio ambiente*
3. *Cómo ha evolucionado el hombre, cómo fue cambiando de parecerse tanto a un mono hasta su actual forma.*
4. *La evolución de la jirafa, cómo se fue haciendo cada vez más larga y alta.*

El texto anterior dividido en sus componentes es el siguiente

	<b>Conectores y modificadores</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>Relaciones Lógicas</b>
p1	< La > La que por qué los  de qué	c1 : <TEORÍA SINTÉTICA DE LA EVOLUCIÓN> c2 : TEORÍA  c3 : SERES VIVOS  : esto (T.S. de la E.)	r1 : <es>  r2 : explica r3 : han evolucionado r4 : y r5 : se trata
p2	< La > la  la de un al de su	c4 : <EVOLUCIÓN > : T.S. de la E.  c5 : ADAPTACIÓN : SER VIVO c6 : CAMBIO c7 : MEDIO AMBIENTE	r6 : de acuerdo a r7 : se da r8 : < por >

P3		
< Un ejemplo >		r9 : Cómo ha evolucionado
el	c8 : HOMBRE	r10 : cómo fue cambiando
de		r11 : parecerse tanto a
un	c9 : MONO	r12 : hasta
su	c10 : ACTUAL FORMA	
p4		
<Otro ejemplo> La	: EVOLUCIÓN	
de la	c11 : JIRAFa	r13 : como se fue
		r14 : haciendo
cada vez más	c12 : LARGA	r15 : y
	c13 : ALTA.	

El mapa proposicional de esta respuesta se muestra en la figura 2 del anexo. Su núcleo está formado por los siguientes conceptos.

Teoría sintética de la evolución (en las proposiciones 1 y 2)

Evolución (en las proposiciones 2 y 4)

Seres vivos (en las proposiciones 1 y 2)

Total de núcleos conceptuales = 3

### ***6.2.1 Análisis de los componentes del discurso.***

Los cuales se encuentran con doble línea inferior. Por lo tanto su configuración temática es:

*La Teoría sintética de la evolución explica la evolución de los seres vivos.*

Desde el punto de vista de su estructura interna de carácter lógico, se puede ver que la estudiante, sólo describe y en forma vaga, lo que es la teoría sintética de la evolución (nivel descriptivo). Si relaciona el concepto de cambio y adaptación con el de evolución. Sin embargo al faltar el componente explicativo, la respuesta queda incompleta. Para el nivel ejemplificativo, no se sabe si la alumna se refiere a la jirafa como individuo o como especie. Este

problema es muy frecuente en los estudiantes e implica importantes errores epistemológicos, puesto que si se considera a la jirafa como especie, se incluyen los conceptos de reproductividad y sobrevivencia, importantes para entender el proceso evolutivo, pero si se considera como individuo, el concepto estaría totalmente erróneo.

### 6.2.2 *Análisis de correspondencia*

Con la información ya organizada, se realizó el análisis de correspondencia entre la respuesta de cada estudiante y el referente-criterio (ver figura 3). De este análisis se derivan el *mapa proposicional de correspondencia* de cada estudiante (representación del contenido requerido y asimilado) y las *familias de proposiciones en correspondencia* (correspondencia entre proposiciones). A continuación se presenta un ejemplo del análisis (la misma estudiante), seguido del análisis ponderado respecto de la configuración temática, y los resultados generales.

*Correspondencia conceptual con la Profesora del grupo:* Ambos discursos contienen los siguientes componentes conceptuales:

*Teoría sintética de la evolución, evolución, cambios, adaptación.*

En este caso la correspondencia con el *discurso criterio* del profesor es idéntica.

En el primer enunciado la estudiante establece que la teoría sintética de la evolución es la teoría que explica la evolución de los seres vivos, mientras que en el referente se expresa erróneamente que esta teoría se basa en la formación natural desde compuestos inorgánicos a compuestos orgánicos.

En el segundo enunciado la estudiante expresa que la evolución se da por la adaptación de un ser vivo a el cambio de su medio ambiente. Esto significa que la alumna entiende que es el ambiente el que cambia y no el ser vivo, y éste tiene que adaptarse a los cambios del ambiente; mientras que en el referente se establece que los cambios (evolutivos) se dan en los cambios de los genes provocados por las condiciones climáticas (ambiente) (concepto equivalente). Esta formulación es una relación transitiva válida.

Proposición 4 del criterio. La profesora proporciona mayor información respecto a que los cambios (evolutivos) deben ser significativos y permitir una mayor adaptación al medio y de forma heredada. Introduce ya el término adaptación y su relación con el medio, mientras que la estudiante no incluye el aspecto genético (debe tenerse en cuenta que el programa establece hasta la última unidad el tema de genética).

En la segunda proposición de la alumna y en la cuarta de la profesora, ambas emplean el mismo término (concepto idéntico) de adaptación y lo atribuyen a algo que los seres vivos deben realizar para sobrevivir como especie, la alumna da el ejemplo del mono que se transformó en ser humano (tercera proposición), la profesora le inserta el factor genético.

En la cuarta proposición de la estudiante y en la quinta de la profesora, ambas ejemplifican a la evolución con la jirafa (concepto idéntico). Sin embargo la respuesta de la profesora es demasiado escueta y no da mayor explicación al respecto. En ninguna de estas dos proposiciones es posible detectar si hubo o no comprensión del concepto.

*Correspondencia en relaciones lógicas.* Con base en la correspondencia conceptual identificada, es necesario saber si los conceptos se conectan en la forma lógica que se establece en el referente.

Proposición 3 del criterio. Se afirma que la evolución se presenta por los cambios en los genes provocados por las condiciones climáticas y la alumna establece que la evolución se da por la adaptación de los seres vivos a los cambios del medio ambiente.

Aquí la respuesta de la alumna es un poco más precisa que la de la profesora, porque introduce el concepto de adaptación y el de ambiente, al cual la profesora lo refiere sólo en cuanto al clima.

Por lo tanto se presenta una *correspondencia equivalente*. (En el mapa se representa con un línea delgada y continua).

**Criterio:** La **evolución se presenta por los cambios en los genes provocados por las condiciones climáticas.**

**Estudiante:** La **evolución se da por la adaptación de un ser vivo al cambio de su medio ambiente**

Proposición 5 del criterio. Se da como ejemplo de la evolución el del caballo y la jirafa. La estudiante amplía un poco más la información. Ambas incluyen la relación “y” pero se refieren a ideas diferente. Por lo tanto las relaciones lógicas, en términos generales sólo aluden a la idea ejemplificativa, por lo que se establece una *correspondencia alusiva* (en el mapa proposicional se representa con una línea punteada).

Criterio: <Un ejemplo es> la **evolución del caballo y la jirafa.**

Estudiante: <Otro ejemplo es> la **evolución de la jirafa como se fue haciendo cada vez más larga y alta.**

*Correspondencia con el núcleo conceptual.* En lo que se refiere a la correspondencia con los núcleos conceptuales del criterio, el discurso de la alumna contiene sólo 2 de los núcleos conceptuales de la profesora, éstos son: teoría sintética de la evolución y evolución.

Con los núcleos conceptuales se desea que los estudiantes los incluyan como conceptos clave en sus discursos.

De acuerdo al análisis de correspondencia se establece que:

- 1) La organización conceptual producida por la estudiante (Fernández de Lara) es incompleta, aunque contiene algunos elementos fundamentales. Los conceptos y relaciones presentes se refieren a los siguientes componentes:
  - a) *Denominativo*: sabe que existe una teoría nueva llamada Teoría sintética de la evolución.
  - b) *Descriptivo*: sabe que esa teoría se refiere a los seres vivos, a sus cambios, su adaptación al ambiente, todo ello relacionado con el proceso evolutivo, por lo que su discurso se queda en un nivel descriptivo.
  - c) No contiene el componente *explicativo* (aunque debe considerarse que no se dio en clase).
  - d) El componente *ejemplificativo* es impreciso, no se puede demostrar que la estudiante se refiere a la jirafa como especie o como individuo, predominando ideas confusas respecto a la teoría de Lamarck.
  
- 2) La información válida es equivalente (excepto en la referencia al aspecto genético) la información presenta una aceptable estructuración con la incorporación de algunos conceptos fundamentales. Sin embargo la estudiante no tuvo elementos

suficientes para dar mayor explicación de lo se entiende por teoría sintética de la evolución, quedándose en una conceptualización mínima

Debido a que el discurso de la profesora contiene varios errores conceptuales, criterio a partir del cual se realizó este análisis de correspondencia, se produce un efecto de subestimación de la construcción lógico-conceptual de los estudiantes en general. Para proporcionar una alternativa se realizó un segundo análisis pero ahora con las respuestas dadas a las mismas preguntas por un experto.

*Correspondencia conceptual con un experto:* Ambos discursos contienen los siguientes componentes conceptuales:

*Teoría sintética de la evolución, evolución, cambios, adaptación, ambiente y organismo como equivalente de ser vivo.*

En este caso la correspondencia con el *referente-criterio* del experto es idéntica en cinco conceptos y equivalente en uno.

En el primer enunciado la estudiante establece solamente que la teoría sintética de la evolución es la teoría que explica la evolución de los seres vivos, mientras que en el referente se incluye el término *neodarwinismo*, muy importante para dar una pista de que los postulados de la teoría sintética de la evolución toma como base la teoría de Darwin más innovaciones. Define a la evolución como un proceso e incluye los conceptos de *inducción de variaciones, selección natural y mutaciones*, que son básicos para explicar la teoría sintética de la evolución.

En el segundo enunciado la estudiante expresa que “la evolución se da por la adaptación de un ser vivo al cambio de su medio ambiente”, mientras que en el referente se parte del concepto de selección natural para conectarlo con el concepto de adaptación de las especies.

Proposición 5 del criterio. El experto explica que la evolución se da en términos de *especie biológica con mejores características* y la relaciona con los términos de sobrevivencia y procreación (reproducción) conceptos muy importantes para explicar el proceso evolutivo.

En la segunda proposición de la alumna y en la cuarta del, ambas emplean el mismo término (concepto idéntico) de adaptación y lo atribuyen a algo que los seres vivos deben realizar para “sobrevivir” como especie, la alumna da el ejemplo del mono que se transformó en ser humano (tercera proposición), el experto lo relaciona directamente con el concepto de selección natural.

En la cuarta proposición de la estudiante y en las sexta y séptima del experto se ofrecen los ejemplos relacionados con la explicación de la teoría. Sin embargo en este caso la respuesta de alumna es demasiado general y no da mayor explicación al respecto, mientras que el experto da en forma breve un muy buen ejemplo de la influencia del ambiente en la sobrevivencia de los organismos y su relación con la transmisión de los caracteres hereditarios.

*Correspondencia en relaciones lógicas.* Con base en la correspondencia conceptual identificada, es necesario saber si los conceptos se conectan en la forma lógica que se establece ahora con el discurso de un experto.

Proposición 1 del criterio. Se afirma que la evolución es un proceso que *se da* en dos etapas una es la inducción de variaciones y otra es la selección natural la alumna también establece que la evolución *se da* por la adaptación de los seres vivos a los cambios del medio ambiente. Por lo tanto se presenta una *correspondencia de relación lógica idéntica* (por la relación lógica “*se da*”) (En el mapa se representa con un línea gruesa y continua).

**Criterio:** La **evolución es un proceso que se da en dos etapas una es la inducción de variaciones y la otra es la selección natural.**

**Estudiante:** La **evolución se da por la adaptación de un ser vivo al cambio de su medio ambiente**

En las demás proposiciones del criterio incluyen la relación “y”al igual que la estudiante pero sobre ideas diferentes, por lo tanto entre las relaciones lógicas, en términos generales, sólo se establece una *correspondencia alusiva*

*Correspondencia con el núcleo conceptual.* En lo que se refiere a la correspondencia con los núcleos conceptuales del criterio, el discurso de la alumna contiene 3 de los núcleos conceptuales del experto (uno más que el de la profesora), éstos son: **teoría sintética de la evolución, evolución y organismo** como *concepto equivalente* de ser vivo.

Ahora la correspondencia del discurso de la estudiante con un criterio válido, mejoró, especialmente en relación a los núcleos conceptuales (ver figura 5). La correspondencia en este caso fue mayor. Esta situación muestra que se cuenta con información potencialmente enriquecedora, lo que constituye una ventaja cognoscitiva en futuras construcciones conceptuales más detalladas, sobre todo si se tiene en cuenta que el estudiante incorporará mayor número de conceptos a través del abordaje de los siguientes temas de biología.

### ***6.3 Análisis grupal***

#### ***6.3.1 Análisis epistemológico***

Las respuestas de los estudiantes en sus discursos son diversas, una evidencia es la forma en que quedan jerarquizados los conceptos al construir sus mapas proposicionales (cada uno es diferente), sin embargo, presentan varias características en común: en todos los casos se aprecia una idea muy vaga de lo que es la teoría sintética de la evolución, sólo argumentan que se trata de la evolución de los seres vivos, definición que corresponde a cualquier teoría evolutiva.

Desde el punto de vista de su estructura interna de carácter lógico, se observa en sus respuestas, imprecisiones conceptuales y gran confusión para diferenciar las teorías de Lamarck, Darwin y el neodarwinismo o teoría sintética de la evolución. Los discursos se ubican en un nivel descriptivo, con ausencia de argumentos explicativos y escasa calidad conceptual.

Si la causa de que exista coincidencia entre las ideas de Lamarck y la lógica conceptual de los estudiantes, está en la forma natural de acercarse a la realidad, será preciso modificar esta metodología para que superen las concepciones incorrectas. Un primer requisito será hacer dudar de las evidencias y del sentido común. Para ello se deben plantear cuestiones o situaciones que no puedan explicarse por el pensamiento del alumno, por su propio paradigma.

El conflicto que surge con el propio pensamiento es el punto de partida para ir construyendo nuevos conocimiento. Sin embargo, con una metodología diferente que parta de este problema-conflicto. Una solución a este problema podría ser la emisión de una hipótesis de trabajo cuya comparación vaya

permitiendo descartar los errores y construir un nuevo marco conceptual, una nueva teoría.

Sólo un estudiante de la muestra expresó la idea de que la teoría de Darwin es la teoría base y que ha sido complementada para llegar a la teoría sintética de la evolución. Su proposición fue la más cercana a la explicación correcta.

En general los discursos de los alumnos del grupo A se centraron en un nivel descriptivo y ejemplificativo, sin entrar en la parte explicativa. La mayoría asimiló la configuración temática, aunque está claro que los estudiantes carecen de elementos teóricos para explicar cómo y por qué se da el proceso evolutivo y no asimilaron ni relacionaron los conceptos básicos para explicar la teoría que son: la generación de variaciones, la selección natural y las mutaciones, así como la inclusión de los conceptos de genética, de los que precisamente carecía Darwin para explicar con mayor precisión la evolución biológica.

### ***6.3.2 Familias de proposiciones***

Como se puede observar, cada estudiante establece correspondencia proposicional a su manera, en el contexto de las ideas en común y la terminología utilizada en clase. Sin embargo precisamente por la correspondencia, se puede apreciar que para cada enunciado en el criterio puede haber un enunciado completo o incompleto y con diversos grados de precisión en sus componentes lógico-conceptuales, contruidos por cada alumno. Como en el caso de los componentes semánticos (conceptos, relaciones lógicas y otros), no existe una correspondencia unívoca entre los enunciados, ya que uno del estudiante puede contener elementos de dos o más en el criterio y a la inversa: dos o más del estudiante pueden contener la información de uno solo del criterio. Este tipo de correspondencia por enunciado se llama en el MAP "*Familias de proposiciones en correspondencia*" (Gaspar y Campos, 1997), porque representan diferentes formas discursivas, con distintos niveles de precisión, de *subzonas de conocimiento* (ib.) específicas.

A continuación se dan las respuestas de los estudiantes investigados, a las tres preguntas que integraron la posprueba.

**Concepto : Evolución                  Grupo A                  vs                  EXPERTO**

**Pregunta No. 1** ¿Qué entiendes por Teoría Sintética de Evolución ?

**Respuesta criterio** (validada por un experto) : *La teoría sintética de la evolución o neodarwinismo plantea que la evolución es un proceso que se da en dos etapas : una es la generación de variaciones y la otra es la selección natural.*

**Respuestas de los alumnos :**

1. Es alguna teoría sobre la evolución de las especies.
2. Es aquella que va perfeccionando todas las características que alguien requiere.
3. Es la teoría que se basa en la teoría de la evolución por Darwin para completarle información sobre este tema.
4. Es una teoría en la cual se explican todos los pasos de la evolución desde los antiguos hasta nuestros días.
5. Es la teoría que explica por qué los seres vivos han evolucionado y de que se trata ésta.
6. Que en lo menor posible explica la evolución del hombre.
7. Que es sólo una idea de cómo evolucionaron las cosas, animales y personas.
8. Es la teoría resumida del proceso que es la evolución.
9. Que era una teoría que decía que Dios los hacía morir para que iniciasen otros mejores y así sucesivamente.
10. Es la que nos explica con exactitud cómo fueron evolucionando las especies desde el origen de la vida hecha por Charles Darwin.

**Pregunta No. 2** De acuerdo con la definición anterior, explica por qué se da la evolución en las especies.

**Respuesta criterio** (validada por un experto) *La generación de variaciones se debe a las mutaciones, cambios producidos en los genes por azar. La selección natural ocurre para mejorar la adaptación de las especies, las más adecuadas para desarrollarse y puedan sobrevivir y procrear a otros organismos a quienes heredan los caracteres que favorecen su sobrevivencia y reproducción.*

**Respuestas de los alumnos :**

1. La evolución de las especies se da a partir de las relaciones entre varias especies.
2. Es la aparición de nuevas especies, en lo cual interviene la genética de los padres
3. Por la adaptación a su medio en que viven. Los genes guardan toda la información contenida y la que se va cambiando para después heredarla a sus descendientes.
4. Por los factores que lo rodean, ya sea el clima, lugar, alimentación.
5. Se da por la adaptación de un ser vivo a el cambio de su medio ambiente.
6. Porque al nacer una nueva especie va a adquirir mejores cosas que las anteriores especies e ir adquiriendo nuevas cosas.
7. Porque al hacer un movimiento constante se acostumbra la especie y obtiene esa postura.
8. Se da por la adaptación a ciertos cambios del medio en que viven y también a la selección natural.
9. Para que pueda sobrevivir el más apto, o en su defecto que algunas cosas se adapten al medio en que viven.
10. Para evitar la extinción, adaptarse al ambiente que los rodea y dar paso a especies superiores.

**Pregunta No. 3** Menciona un ejemplo para explicar el proceso evolutivo de acuerdo a esta teoría.

**Respuesta criterio** (validada por un experto) : *Un ejemplo de evolución de acuerdo a la teoría sintética de la evolución es el de algunas mariposas que por la coloración de su cuerpo son devoradas por sus depredadores como los pájaros, mientras que las mariposas con coloración más parecida a la de su ambiente no son fácilmente reconocidas por sus depredadores y por tanto sobreviven, posteriormente se reproducen y heredan esta característica a su descendencia.*

**Respuestas de los alumnos :**

1. La mariposa ya que primero es oruga y después al meterse a su capullo, evoluciona y se hace mariposa.

2. La unión del indio y el europeo forma una raza desconocida. También en los perros van evolucionando de acuerdo a la capacidad de sus padres y la genética.
3. Un ejemplo sería la jirafa, puesto que antes su cuello era corto y cuando ya no tuvo con que alimentarse del suelo tuvo que estirar su cuello para alcanzar las hojas de algunos árboles y así se fueron adaptando y evolucionando.
4. El hombre: Primero fue una especie de mono, después su columna se empezó a erguir su cabeza se hizo más redonda y comenzó a razonar cada vez más.
5. La evolución de la jirafa como se fue haciendo cada vez más larga y alta.
6. Una cronología humana de cómo el hombre va cambiando tanto física como mentalmente.
7. La jirafa antes tenía el cuello corto y patas cortas. Se alimentaba del suelo y al acabarse la comida del suelo tuvo que recurrir a los árboles y tuvo que alzar la cabeza y es así como empezó a crecerle el cuello.
8. El hombre fue poco a poco enderezándose y el pulgar pudo ser oponible, la columna tuvo al final dos curvas y ya no era nómada.
9. Puede que antes el tiburón era un pequeño pez similar a la piraña, pero al paso del tiempo se tuvo que adaptar al medio en este caso hostil y cambió de tamaño.
10. El mamut ----- el elefante

### ***6.3.3 Conocimiento científico de los estudiantes sin correspondencia con el referente-criterio***

Para la contestación de la pregunta dos (por qué se da la evolución de las especies), uno de los estudiantes investigados expresa “es la aparición de nuevas especies, en lo cual interviene la genética de los padres”. Otro estudiante afirma: “Los genes guardan toda la información contenida y la que se va cambiando para después heredarla a sus descendientes”. Ambos estudiantes hablan de la herencia, de la transmisión de caracteres hereditarios. En este sentido, rebasan al discurso de la profesora, quien no habló de transmisión de caracteres hereditarios.

Como en este caso, existe conocimiento científico en los alumnos que adquieren en otros contextos o grados anteriores, que rebasan la demanda cognoscitiva de las condiciones de aula y que resulta valioso para aprendizajes posteriores.

Dentro de la metodología empleada para esta investigación, dicho conocimiento se encuentra en una zona de *no correspondencia* con el referente-criterio de su profesora de clase.

#### **6.3.4 Análisis cuantitativo**

Como puede observarse los valores en el número de conceptos, relaciones lógicas empleadas, el valor de la densidad y los valores de los índices de correspondencia, muestran que el promedio de conceptos no repetidos es de 12.9 y el de relaciones lógicas = 15.3 .

En lo que se refiere a la correspondencia conceptual el promedio se presenta muy bajo con un valor de 0.185 con una correspondencia relacional de 0.511 un poco más baja que el valor hipotético. La correspondencia en núcleos conceptuales fue también baja, aunque menos que conceptual (0.283) .

El valor de calidad lógico conceptual fue de 0.094, también bajo con respecto al valor hipotético. Los resultados indican que en general, los estudiantes en el tema de evolución producen respuestas con escasa masa informativa de acuerdo con los requerimientos de la conceptualización ha que han sido expuestos.

Esos seis conceptos se conectan 8 de las 14 relaciones requeridas en correspondencia.

Total de relaciones lógicas = 15

Densidad = 0.866

Los cálculos de correspondencia conceptual y relacional muestran que  $cc = 6/27 = 0.222$  , y  $cr = 8 / 14 = 0.571$ , respectivamente, por lo que el índice de correspondencia lógico-conceptual representado en el modelo como (q) y que equivale al producto de la correspondencia conceptual por la correspondencia relacional  $cc \times cr$  , en este caso fue de  $0.222 \times 0.571 = 0.126$  .

Los núcleos conceptuales fueron :

Teoría sintética de la evolución (en las proposiciones 1 y 2)

Evolución (en las proposiciones 2 y 4)

Seres vivos (en las proposiciones 1 y 2)

Por lo que el valor de la correspondencia en el núcleo conceptual denotado por  $(C) = CStc / CtC = 4 / 12 = 0.333$ . Por lo tanto el índice de calidad de la correspondencia es  $q_{corr} = (cc \times cr + c) = (q + c) = 0.126 + 0.333 = 0.459$

De acuerdo con las hipótesis planteadas, los datos demuestran que el estudiante asimiló menos de la mitad de los conceptos requeridos y los conectó con menos de la mitad de relaciones lógicas, un poco menor que la hipótesis planteada (0.600).

En cuanto a la correspondencia en el núcleo, el discurso del estudiante muestra que asimila aproximadamente la tercera parte (0.333) de los conceptos requeridos.

De acuerdo con los rangos de valores definidos anteriormente para la clasificación de las organizaciones conceptuales  $cc$ ,  $cr$  y  $c$ , los resultados del estudiante se ubican en el Marco Nocial, la cual corresponde a una organización conceptual baja.

*Análisis agregado de las respuestas de los estudiantes.* La tabla 1 muestra los resultados del postest del grupo "A" en lo que se refiere al número de conceptos y relaciones empleadas, el valor de densidad y de los índices de correspondencia. Los datos obtenidos en esta tabla se compararán con los obtenidos en el grupo "B" y se analizarán en el capítulo siguiente.

A continuación se muestra la tabla 1 con los valores obtenidos por los alumnos investigados del grupo "A", en correspondencia con la profesora que estuvo a cargo del grupo.

**TABLA 1**  
**VALORES DE LOS COMPONENTES DE LA ORGANIZACIÓN CONCEPTUAL**  
**GRUPO A . CONCEPTO : EVOLUCIÓN**

Alumnos	Concep	Rel. Lóg.	Dens	CC	Cr	C	q
1) Arellano	8	12	0.666	0.111	0.500	0.333	0.055
2) Arredondo	14	13	1.076	0.148	0.333	0.250	0.049
3) Cano Váz.	16	25	0.640	0.333	0.428	0.250	0.142
4) De León	12	13	0.923	0.148	0.500	0.250	0.074
5) Fer. De La.	13	15	0.866	0.222	0.500	0.333	0.111
6) F. Islas	9	9	1.000	0.148	0.444	0.250	0.065
7) Ibañez	17	23	0.739	0.111	0.444	0.250	0.049
8) Rodríguez	14	15	0.933	0.259	0.545	0.416	0.141
9) Rossette	14	16	0.875	0.148	0.600	0.250	0.080
10) Vega G.	12	12	1.000	0.222	0.750	0.250	0.166
Promedio	12.9	15.3	0.871	0.185	0.511	0.283	0.094

*Clave: Concep = núm de conceptos; Rel. Lóg. = núm de relaciones lógicas; Dens = densidad; CC = correspondencia conceptual; Cr = correspondencia en relaciones lógicas; C = correspondencia con el núcleo conceptual; q = calidad lógico-conceptual.*

## **GENÉTICA**

### **6.4 La respuesta criterio y las exigencias epistemológicas**

**Discurso de la profesora del grupo "A" (respuesta criterio) en torno al tema de genética.**

Preguntas a las que dio respuesta.

1. ¿Qué estudia la genética?
2. Enuncia y explica las leyes de Mendel
3. ¿Qué importancia tiene el estudio de la genética?

Las respuestas de la profesora del grupo "A" a las preguntas anteriores, fueron las siguientes, de las cuales se obtuvo el *mapa proposicional criterio* (ver figura 6 del anexo).

1. <La genética estudia> la forma de transmisión de las características hereditarias y sus principales conceptos y leyes.
2. Sus estudios tuvieron éxito al manejar un solo carácter en una especie de fácil control en la reproducción. 1a. Ley Dominancia. Al combinar 2 características, una llamada dominante y otra recesiva. Sólo se exterioriza la dominante y en su genotipo quedará como un ser híbrido presentando las dos características. 2a. Ley Segregación. Al unir caracteres que presentan dos híbridos el resultado se presentará en un 25 % el carácter recesivo y dominante y un 50 % , la combinación de ellos como híbridos.
3. <La importancia de la genética> son las bases para entender los mecanismos de la herencia y que en la actualidad permite la comprensión de la formación de genes y la variabilidad de las especies.

A continuación se analiza el discurso de la profesora del grupo "A" en torno al tema de genética

**Análisis Proposicional del discurso (CRITERIO) de la profesora del grupo "A" ( Genética ).**

	<b>Conectores y modificadores</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>Relaciones Lógicas</b>
P1	<La> la de de las sus principales	C1 : <GENÉTICA> C2 : FORMA C3 : TRANSMISIÓN C4 : CARACTERÍSTICAS HEREDITARIAS C5 : CONCEPTOS C6 : LEYES	R1 : <estudia> R2 : y R3 : y
P2	<Los>  al un sólo una de fácil la	C7 : ESTUDIOS C8 : ÉXITO  C9 : CARÁCTER C10 : ESPECIE C11 : CONTROL C12 : REPRODUCCIÓN	R4 : tuvieron  R5 : manejar R6 : en  R7 : en
P3	<La> de  al dos una  otra	C13 : PRIMERA LEY C14 : MENDEL C15 : LEY <DE LA> DOMINANCIA  C16 : CARACTERÍSTICAS  C17 : DOMINANTE C18 : RECESIVA	R8 : ó R9 : <dice> R10 : combinar  R11 : llamada R12 : y
P4	La  en su un las dos	: DOMINANTE  C19 : GENOTIPO C20 : SER HÍBRIDO : CARACTERÍSTICAS	R13 :se exterioriza R14 : y R15 : quedará como R16 : presentando
P5	<La>	C21 : SEGUNDA LEY	

de	: MENDEL	R17 : ó
	C22 : LEY DE LA SEGREGACION	R18 : <dice>
Al		R19 : unir
	: CARACTERES	
que		R20 : presentan
dos	: HÍBRIDOS,	
el	C23 : RESULTADO	R21 : se presentará
en un 25%		
el	: CARÁCTER RECESIVO	R22 : y
el	: <CARÁCTER> DOMINANTE	R23 : y
un 50%		
la	C24 : COMBINACIÓN	
de ellos		R24 : como
	: HÍBRIDOS	
P6		
<La>	C25 : <IMPORTANCIA>	
<de la>	: <GENÉTICA>	R25 : son
las	C26 : BASES	R26 : para entender
los	C27 : MECANISMOS	
de la	C28 : HERENCIA	R27 : y
que		R28 : en
la	C29 : ACTUALIDAD	R29 : permite
la	C30 : COMPRENSIÓN	
de la	C31 : FORMACIÓN	
de	C32 : GENES	R30 : y
la	C33 : VARIABILIDAD	
de las	: ESPECIES.	

Total de conceptos = 33

Total de relaciones lógicas = 30

Densidad = 1.033

Configuración temática del referente-criterio. Los núcleos conceptuales se muestran más oscuros (ver figura 6) y son los siguientes:

- Genética (en las proposiciones 1 y 6)
- Carácter/es (en las proposiciones 2 y 5).
- Especies (en las proposiciones 2 y 6).
- Mendel (en las proposiciones 3 y 5)
- Características hereditarias (en 1, 3 y 4)

Híbrido (en las proposiciones 4 y 5)  
 Recesivo (en las proposiciones 3 y 5)  
 Dominante (en las proposiciones 3 y 5)

Total de núcleos conceptuales = 8

El discurso de la profesora incluye conceptos importantes como el de transmisión, características hereditarias, carácter dominante y recesivo, reproducción, genotipo, híbrido, mecanismos de la herencia y variabilidad de especies. Sin embargo existen algunas imprecisiones por ejemplo en la definición de la genética como ciencia y cuando afirma que los estudios (no especifica de quien, puede suponerse que de Mendel) tuvieron éxito por el hecho de manejar un sólo carácter contrastante. Como se citó anteriormente el gran acierto de la investigación de Mendel fue haber seleccionado una especie biológica con siete caracteres contrastantes que le permitieron obtener tales resultados y postular sus leyes.

La profesora señala la primera ley de Mendel como ley de la dominancia, en vez de la de segregación y la segunda ley de la segregación en vez de la distribución independiente.

Algunos autores consideran una tercera ley, la de la dominancia-recesividad, el cual es un evento con menos regularidad que los dos primeros por lo que en general se consideran dos leyes y no tres. Estas imprecisiones fueron una de las causas por la que ninguno de los estudiantes investigados expresó las leyes de Mendel.

En el enfoque de los programas curriculares se sugiere que en esta unidad se explique la gametogénesis. Sin embargo en la lista de temas del programa, dicho tópico no se incluye, es hasta la segunda unidad del segundo curso donde se cita.

Esta irregularidad en la secuencia de temas, es un factor que interviene en los escasos elementos que el estudiante posee para comprender el tema ya que las leyes de Mendel refieren directamente al proceso de meiosis, contenido curricular ubicado en el programa como parte del tema de división celular. (mitosis y meiosis).

En el discurso de la profesora podemos advertir ideas vagas y confusas, específicamente cuando dice “ la característica dominante se exterioriza y en su genotipo quedará como un ser híbrido presentando las dos características” . El término “exterioriza” no queda claro, no hay explicación al respecto.

### **6.5 Análisis de la respuesta de un estudiante.**

A continuación se presenta el análisis de discurso y la correspondencia, tomando la respuesta de la misma alumna (Fernández de Lara).

Se discuten sus aspectos lógico-conceptuales y epistemológicos. Se continúa con una presentación cualitativa del conjunto y finaliza con los resultados cuantitativos.

### **Análisis Proposicional del discurso de un estudiante del grupo “A” (postest)**

**Concepto : genética (Fernández de Lara)**

#### **POSTEST**

El texto completo de la respuesta de la estudiante es:

*“Estudia la forma de herencia genéticamente y su razón. Es importante porque así podemos saber cómo podríamos hacer a algunos animales o seres vivos, cambios que nos beneficiaran. Ejemplo. una vaca que da poca leche pero contiene muchas vitaminas y es saludable hacer cambios con otra que da mucha, para así obtener vacas que produzcan mucha leche nutritiva”.*

El texto anterior dividido en sus componentes proposicionales es el siguiente:

Conectores y modificadores	CONCEPTOS	Relaciones Lógicas
p1	<p>&lt;La&gt; la su</p> <p>c1 : &lt;GENÉTICA&gt; c2 : FORMA DE HERENCIA GENETICAMENTE c3 : RAZÓN</p>	<p>r1 : estudia r2 : y</p>

p2	<La> importante porque así	: <GENÉTICA>	r3 : es r4 : podemos saber r5 : cómo podríamos hacer r6 : o
	algunos	c4 : ANIMALES c5 : SERES VIVOS c6 : CAMBIOS	r7 : beneficiaran.
	que nos		
p3	<Un> ejemplo, una que poca pero muchas	c7 : VACA c8 : LECHE c9 : VITAMINAS c10 : SALUDABLE : CAMBIOS : <VACA> : <LECHE> : VACAS c11 : LECHE NUTRITIVA	r8 : da r9 : contiene r10 : y r11 : es r12 : hacer r13 : da r14 : para r15 : obtener r16 : produzcan
	con otra que mucho así		
	que mucho		

### 6.5.1 Análisis de los componentes del discurso

El mapa proposicional de este discurso se muestra en la figura 7. Su núcleo son:

Genética (en las proposiciones 1 y 2)

Cambios (en las proposiciones 2 y 3)

Total de núcleos conceptuales = 2

Por lo tanto la configuración temática de esta zona de conocimiento, con base en esos conceptos y las relaciones lógicas que los conectan, es:

*La genética es importante porque podemos saber los cambios de los seres vivos que nos benefician.*

La idea explícita que la alumna tiene sobre la importancia de la Genética es que esta (ciencia) proporciona, de alguna manera (no lo tiene claro) información de cómo realizar “cambios” en los seres vivos que mejoren sus características, en beneficio del ser humano. Utiliza el término “cambio” para explicar la manipulación genética, interpretación que se hace de acuerdo al ejemplo dado.

La estudiante da una definición de Genética confusa y redundante al definirla como <la que estudia la forma de herencia genéticamente y su razón>. Habla de cambios pero no especifica que tipo de ellos.

De acuerdo a su ejemplo, parece ser que tiene la idea de que la genética tiene por objeto buscar especies biológicas que al cruzarse hereden al hijo sus mejores cualidades, las cuales sean de utilidad para el ser humano. Sin embargo no emplea términos científicos. Su discurso se encuentra en un nivel descriptivo muy endeble, y sus ejemplos son insuficientes, para alcanzar un nivel explicativo adecuado.

### ***6.5.2 Análisis de correspondencia***

*Correspondencia conceptual con la Profesora.* Los discursos de ambas contienen los siguientes componentes conceptuales (ver figura 8).

#### *Genética, forma de transmisión genética.*

En este caso la correspondencia conceptual del estudiante con el *discurso criterio es equivalente*.

La profesora expresa que la genética estudia la forma de transmisión de las características hereditarias, mientras que la alumna afirma que la genética estudia la forma de herencia genéticamente y su razón.

En ambas proposiciones se toman los conceptos: *genética* y *forma*, como ~~conceptos~~ idénticos.

Los conceptos *características hereditarias* del referente (criterio) y herencia (de la estudiante) se consideran conceptos equivalentes.

Aparentemente el significado de las proposiciones es correspondiente. Sin embargo cuando la estudiante agrega un complemento que dice: genéticamente y su razón, hace confusa y redundante su descripción.

Sólo en estas proposiciones hay un nivel de identidad. La correspondencia conceptual para el resto del discurso sólo introduce algunos elementos que aluden a la idea central expresada en el referente-criterio.

El valor que obtuvo en correspondencia conceptual (cc) fue mayor que el valor promedio = 0.222 sobre 0.146.

*Correspondencia en relaciones lógicas.* En la proposiciones 1 de ambos discursos (maestra-alumna) emplean la relación lógica *estudia*, para conectar los conceptos genéticos genética-forma, por lo que la relación lógica *estudia*, produce una correspondencia en relaciones lógicas, de nivel idéntico. Sólo en este caso se presenta un correspondencia de relación lógica idéntica.

**Criterio:** La **genética estudia** la forma de transmisión de las **características hereditarias** y sus principales **conceptos y leyes**.

**Estudiante:** La **genética estudia** la forma de herencia **genéticamente** y su **razón**.

En la proposición 6 del criterio, se afirma que la importancia de la Genética radica en ofrecer las bases de los mecanismos de la herencia, mientras que la respuesta de la estudiante (proposición 2) se centra en la importancia de la genética en relación a la capacidad de hacer “cambios” en los seres vivos y que al cruzarse generen “cambios” en los descendientes que beneficien al ser humano.

En ambas proposiciones las relación lógica que se utilizan, son derivados del verbo ser, consideradas como relaciones lógicas de nivel idéntico.

**Criterio:** La **importancia** de la **genética son** las **bases para entender** los **mecanismos** de la **herencia**.

**Estudiante:** La **genética es importante** ...*podemos saber* ...*como hacer cambios* que nos *beneficiaran*.

Como se puede observar la profesora remite la importancia de la genética a fines conceptuales, mientras que la alumna le da el valor de su estudio en tanto

que beneficie productivamente al ser humano. Sin embargo en ambas ideas se utilizan las segundas relaciones lógicas: *entender* y *saber*, en términos de la necesidad de comprensión de los principios de la genética. En esta caso las relaciones lógicas se ubican en un nivel de *equivalencia*.

Dado que la alumna no contestó la segunda cuestión referente a las leyes de Mendel, no pudo realizarse el análisis de correspondencia para este tema.

El valor que obtuvo en correspondencia en relaciones lógicas (cr) fue un poco mayor al promedio: 0.571 sobre 0.339.

*Correspondencia con el núcleo conceptual.* En lo que se refiere a la correspondencia con los núcleos conceptuales del criterio, el discurso de la estudiante contiene sólo uno de los ochos del referente: *genética*. Sólo se toca el concepto fundamental de este tema.

Sobre estas bases se puede analizar la correspondencia lógico-conceptual de la estudiante resumiendo de la siguiente manera:

- 1) La organización conceptual producida por la alumna es incompleta, contiene sólo los elementos muy fundamental es. Los conceptos y relaciones presentes se refieren a los siguientes componentes:
  - a) *Denominativo.* Con este nombre (globo del centro arriba) sabe que existe una ciencia llamada *genética* que estudia o que aporta elementos para explicar la *herencia*.
  - b) *Descriptivo.* Expresa que la importancia de la genética es la de ofrecer información (saber) cómo pueden hacerse los cambios en los seres vivos para que sus descendientes hereden mejores características y les sean más útiles al ser humano. Aunque como se dijo anteriormente, en esta descripción la alumna no emplea términos científicos, su discurso por tanto, se ubica en un nivel descriptivo expresado con un lenguaje no científico (conocimiento tácito).
  - c) *Explicativo.* Con su conocimiento empírico trata de explicar lo que es la genética y su importancia. Sin embargo introduce los términos *herencia genéticamente* y *cambios*, que en vez de precisar, propician confusión de sus ideas.

- d) *Ejemplificativo*. A través de un ejemplo muy sencillo trata de explicar la importancia de estudiar genética en términos del mejoramiento de las especies biológicas para lograr una mayor productividad en beneficio del ser humano. Sin embargo el ejemplo que ofrece es erróneo en el sentido de que establece que “una vaca da poca leche pero con muchas vitaminas y la otra vaca da mucha leche” (sin vitaminas), como si las vitaminas fueran lo único nutritivo y estuvieran separadas del contenido de la leche, y que al cruzar a las especies se originara una progenie que produjera “mucha leche nutritiva”.
- 2) La información válida es mínima, con gran número de imprecisiones en conceptos y mejor nivel en relaciones lógicas. La estudiante sólo expresa nociones de lo que estudia la genética y la importancia de ese estudio, por lo que su discurso se ubica de acuerdo a la metodología empleada, en un *nivel nocional*.

En la correspondencia con el núcleo conceptual ( c ) la estudiante obtuvo un valor igual al 70 % de la clase (0.166) pero menor que el valor promedio (0.266).

## **6.6 Análisis grupal**

### **6.6.1 Análisis epistemológico.**

Las respuestas de los estudiantes del grupo analizado a la primera pregunta tuvieron varias características en común, como se verá más adelante en formación de las familias de proposiciones. El 60 % relacionó a la genética con el estudio de la herencia y esta a su vez con la relación padre-hijo, el 20% con los genes, considerando a éstos como unidades moleculares, susceptibles de transformación y el 10 % definió erróneamente a esta ciencia como la que estudia los órganos internos del ser humano.

En la mayoría de los discursos se detecta que los estudiantes saben que la genética es una ciencia, que estudia la herencia (o los fenómenos hereditarios), la cual se refiere a los caracteres o características que tienen los padres y que transmiten a sus hijos. Mencionan el término carácter hereditario, sin embargo nadie ofrece mayor explicación al respecto.

Algunos estudiantes mencionaron que la genética estudia los genes, pero no explican que son éstos. Ningún estudiante los relacionó con el ácido desoxirribonucleico.

La segunda pregunta relacionada con la enunciación de las Leyes de Mendel no fue contestada por los estudiantes, lo cual demuestra que a pesar de que la profesora aseguró haber “enseñado” el tema, no fue asimilado por los estudiantes. En este caso hay que considerar que la comprensión de estos principios mendelianos, parte de antecedentes, también de alto nivel conceptual, como son los procesos de la división celular (mitosis y meiosis), la recombinación genética que forma parte del proceso meiótico, la estructura molecular del ácido desoxirribonucleico, como componente de los genes y éstos como formadores de los cromosomas, también es importante entender el concepto de cromosomas homólogos para comprender el concepto de *segregación* del que hablan las leyes de Mendel.

Como puede verse, son demasiados conceptos con un nivel de abstracción muy alto, además de no estar citados en el programa curricular, pues es hasta la segunda unidad del segundo grado de secundaria donde se abordan éstos temas.

En cuanto a la tercera pregunta, los estudiantes del grupo A dieron respuestas muy escuetas y erróneas, a la pregunta relacionada con la importancia del estudio de la genética, por ejemplo, al expresar que “la genética es importante para comprender mejor lo que nos pasa interiormente” o que “nos permite saber de que forma se reproduce la humanidad” o “para conocer cómo pudieron haber sido nuestros antepasados”.

A través de estas respuestas podemos apreciar que los estudiantes de secundaria, carecen de la comprensión de los conceptos fundamentales de la biología, no delimitan el campo de estudio de la genética en relación a las ciencias biológicas.

La mayoría asimiló la configuración temática en la primera y segunda preguntas, sin embargo no supieron expresar con claridad cómo y por qué se dan los procesos a los que se refieren los conceptos involucrados y no relacionaron los temas anteriores como son los de evolución, diversidad biológica y campo de estudio de la biología, con el tema de genética.

### 6.6.2 Familias de proposiciones

Como se puede observar, cada estudiante establece correspondencia proposicional a su manera, en el contexto de las ideas en común y la terminología utilizada en clase. Sin embargo precisamente por la correspondencia, se puede apreciar que para cada enunciado en el criterio puede haber un enunciado completo o incompleto y con diversos grados de precisión en sus componentes lógico-conceptuales, contruidos por cada alumno. Como en el caso de los componentes semánticos (conceptos, relaciones lógicas y otros), no existe una correspondencia unívoca entre los enunciados, ya que uno del estudiante puede contener elementos de dos o más en el criterio y a la inversa: dos o más del estudiante pueden contener la información de uno solo del criterio. Este tipo de correspondencia por enunciado se llama en el MAP "*Familias de proposiciones en correspondencia*" (Gaspar y Campos, 1997), porque representan diferentes formas discursivas, con distintos niveles de precisión, de *subzonas de conocimiento* (ib.) específicas.

A continuación se dan las respuestas de los estudiantes investigados a las tres preguntas que integraron la posprueba o postest.

**Concepto : Genética.**

**Estudiantes vs referente-criterio (profesora del grupo "A")**

**Pregunta No. 1 ¿Qué estudia la genética ?**

**Respuesta criterio :** *La genética estudia la forma de transmisión de las características hereditarias y sus principales conceptos y leyes.*

**Respuestas de los alumnos :**

La genética estudia:

1. La descendencia de los seres vivos y sus características.
2. La herencia de un ser vivo que fue obtenida por su padre.
3. Las leyes de la herencia y los genes.
4. La herencia de los padres hacia los hijos.
5. La forma de herencia genéticamente y su razón.

6. Los órganos internos del ser humano.
7. La transmisión de los caracteres de los hijos.
8. Las características que tienen en las moléculas como los genes y la información que nos dan.
9. Las leyes, el cambio o transformación de genes al paso del tiempo.
10. La herencia biológica de nuestros antecesores.

**Pregunta No. 2** Enuncia y explica las leyes de Mendel.

**Respuesta criterio :** *Sus estudios tuvieron éxito al manejar un solo carácter en una especie de fácil control en la reproducción.*

*1a. Ley Dominancia. Al combinar 2 características, una llamada dominante y otra recesiva. Sólo se exterioriza la dominante y en su genotipo quedará como un ser híbrido presentando las dos características.*

*2a. Ley Segregación. Al unir caracteres que presentan dos híbridos el resultado se presentará en un 25 % el carácter recesivo y dominante y un 50 % , la combinación de ellos como híbridos.*

**Respuestas de los alumnos :**

Ningún estudiante de la muestra contestó esta pregunta.

**Pregunta No. 3** ¿Qué importancia tiene el estudio de la genética?

**Respuesta criterio :** *3. < La importancia de la genética > son las bases para entender los mecanismos de la herencia y que en la actualidad permite la comprensión de la formación de genes y la variabilidad de las especies.*

**Respuestas de los alumnos :**

1. Nos ayuda a entender el por qué de la herencia familiar de los seres vivos.
2. Tiene una gran importancia porque así se pueden prevenir enfermedades como el Síndrome de Down.
3. Para conocer como pudieron haber sido nuestros antepasados
4. Nos permite conocer de que forma se reproduce la humanidad
5. Podríamos saber como podríamos hacer algunos animales o seres vivos cambios que nos beneficiaran.

6. Es importante para comprender mejor lo que nos pasa interiormente
7. Para saber por qué naces siameses o por qué nacen los niños con enfermedades.
8. Porque en un futuro podremos tener control sobre la genética.
9. Podemos ver las mutaciones que hubo, hay y habrá en el futuro.
10. Nos permite saber las características y rasgos de una nueva generación.

Como se puede notar ninguno de los estudiantes incluyó en su discurso los conceptos de dominancia, recesividad, genotipo, ser híbrido, variabilidad de especies que la profesora si mencionó inclusive algunos fueron en su discurso núcleos conceptuales.

### ***6.6.3. Conocimiento científico de los estudiantes, sin correspondencia con el referente-criterio***

Los estudiantes en este tema incorporaron en sus discursos algunos conceptos que no tuvieron correspondencia con el discurso criterio, es decir que no fueron explicados por la profesora de grupo, sin embargo algunos alumnos poseen dicho conocimiento.

Por ejemplo atribuyen a la genética la importancia de conocer enfermedades como el Síndrome de Down, también que a través del estudio de la genética pueda conocerse más sobre el nacimiento de los siameses; y que a través de esta ciencia puedan controlarse las mutaciones. Todo este conocimiento es válido, es científico y forma zonas de conocimiento que los alumnos poseen, pero que han adquirido fuera de los contenidos programáticos del curso, por lo que constituye de acuerdo a la metodología empleada para este estudio un conocimiento científico sin correspondencia con el referente-criterio.

### ***6.6.4 Análisis cuantitativo***

El discurso criterio para el grupo A contiene 6 proposiciones, con 31 conceptos y 30 relaciones lógicas.

El caso del discurso de la estudiante analizada del grupo "A" (Fernández de Lara) contiene lo siguiente 10 conceptos y 16 relaciones lógicas. Con este contenido se refiere en forma idéntica o equivalente de los 31 conceptos requeridos en el criterio figura. Los cálculos de correspondencia conceptual y relacional muestran que  $cc = 0.222$ , y  $cr = 8 / 14 = 0.571$ , respectivamente, por lo que el índice de correspondencia lógico-conceptual representado en el

modelo como (q) y que equivale al producto de la correspondencia conceptual por la correspondencia relacional  $cc \times cr$ , en este caso fue de  $0.222 \times 0.571 = 0.126$ .

Los núcleos conceptuales fueron :

Genética (en las proposiciones 1 y 2)

Por lo que el valor de la correspondencia en el núcleo conceptual denotado por  $(C) = CStc / CtC = 1 / 6 = 0.166$ . Por lo tanto el índice de calidad de la correspondencia es  $q_{corr} = (cc \times cr + c) = (q + c) = 0.126 + 0.166 = 0.292$

De acuerdo con las hipótesis planteadas, los datos demuestran que el estudiante asimiló menos de la mitad de los conceptos requeridos y los conecta con menos de la mitad de relaciones lógicas, un poco menor que la hipótesis planteada (0.600). En cuanto a la correspondencia en el núcleo, el discurso del estudiante muestra que asimila aproximadamente la quinta parte (0.166) de los conceptos requeridos.

De acuerdo con los rangos de valores definidos anteriormente para la clasificación de las organizaciones conceptuales  $cc$ ,  $cr$ , y  $c$ , los resultados del estudiante se ubican en el Marco Nocional, la cual corresponde a una organización conceptual baja.

**TABLA 2**  
**VALORES DE LOS COMPONENTES DE LA ORGANIZACIÓN CONCEPTUAL**  
**GRUPO A. POSTEST CONCEPTO. GENÉTICA**

Alumnos	Concep	Rel. Lóg.	Dens	CC	Cr	C	q
1) Arellano	8	7	1.142	0.181	0.461	0.333	0.083
2) Arredondo	7	7	1.000	0.090	0.250	0.166	0.022
3) Cano Váz.	6	5	1.200	0.151	0.153	0.166	0.023
4) De León	7	6	1.166	0.121	0.400	0.166	0.048
5) Fer. De La.	11	16	0.687	0.222	0.571	0.166	0.126
6) F. Islas	9	6	1.500	0.151	0.266	0.166	0.040
7) Ibañez	8	6	1.333	0.121	0.333	0.166	0.040
8) Rodríguez	14	13	1.076	0.121	0.307	0.333	0.037
9) Rossette	15	16	0.937	0.181	0.277	0.166	0.050
10) Vega G.	7	4	1.750	0.121	0.375	0.333	0.045
Promedio	9.4	8.5	1.197	0.146	0.339	0.266	0.051

*Clave:* *Concep* = núm de conceptos; *Rel. Lóg.* = núm de relaciones lógicas; *Dens* = densidad; *CC* = correspondencia conceptual; *Cr* = correspondencia en relaciones lógicas; *C* = correspondencia con el núcleo conceptual; *q* = calidad lógico-conceptual.

*Análisis agregado de las respuestas de los estudiantes.* La tabla muestra los resultados del postest del grupo A en lo que se refiere a número de conceptos y relaciones utilizados, el valor de densidad y los de los índices de correspondencia, los datos obtenidos en esta tabla se cotejarán con los obtenidos por el grupo "B" y se analizarán en el siguiente capítulo.

## **BIOMOLÉCULAS.**

### **6.7 La respuesta criterio y las exigencias epistemológicas.**

**Discurso de la Profesora del Grupo "A" (respuesta criterio) en torno al tema de biomoléculas.**

Preguntas a las que dio respuesta.

1. ¿Qué son las biomoléculas?
2. ¿Cómo están constituidas?
3. Menciona los principales grupos en los que se clasifican las biomoléculas y da características de cada grupo.
4. ¿Qué semejanzas y diferencias existen entre biomoléculas y polímeros sintéticos?

Con las respuestas de la profesora del grupo "A" a las preguntas anteriores, se elaboró el *mapa proposicional criterio*, considerado dentro de la metodología como el referente-criterio y de validez epistemológica, para llevar a cabo la correspondencia de los discursos de los estudiantes. (Ver figura 9). Las respuestas fueron las siguientes:

1. *<Las biomoléculas son> moléculas orgánicas formadas por carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), azufre (S) y fósforo (P), principalmente. Hacen posible la organización para la vida.*
2. *< Las biomoléculas son > carbohidratos, grasas, proteínas y ADN.*
3. *< Los carbohidratos tienen > una función de primer nivel energético, producen cuatro calorías por gramo. Se dividen en monosacáridos, disacáridos y polisacáridos. Las grasas son de segundo nivel energético <producen> nueve calorías por gramo. Las grasas pueden ser simples o compuestas, son aislantes del frío y constituyen el tejido adiposo de reserva. Las proteínas están formadas por aminoácidos y su función estructural es enzimática, hormonal, transportadora, de defensa, energética.*
4. *< Las > biomoléculas formadas en los seres vivos y hacen posible la vida, mientras que los polímeros sintéticos están formados por*

*hidrocarburos. < Los polímeros sintéticos están > formados por restos de seres orgánicos y por fragmentación del petróleo. < Los polímeros sintéticos son fuente de energía y se crean diferentes subproductos como medicina y plásticos.*

A continuación se presenta el análisis del discurso de la profesora del grupo "A" de acuerdo a la metodología del MAP, dividido en conectores-modificadores, conceptos y relaciones lógicas.

***Análisis Proposicional del discurso (CRITERIO) de la profesora del grupo A (Biomoléculas).***

Conectores y modificadores	CONCEPTOS	Relaciones Lógicas
P1		
<Las>	C1 : BIOMOLÉCULAS C2 : MOLÉCULAS ORGÁNICAS C3 : CARBONO (C) C4 : HIDRÓGENO (H) C5 : OXÍGENO (O) C6 : NITRÓGENO (N) C7 : AZUFRE (S) C8 : FÓSFORO	R1 : <son> R2 : formadas por  R3 : y
principalmente.		
P2		
<Las> la la	: <BIOMOLÉCULAS> C9 : ORGANIZACIÓN C10 : VIDA	R4 : hacen posible R5 : para
P3		
<Las>	: BIOMOLÉCULAS C11 : CARBOHIDRATOS C12 : GRASAS C13 : PROTEÍNAS	R6 : <son>

	C14 : ADN		
P4	<Los> una de cuatro	: <CARBOHIDRATOS> C15 : FUNCIÓN C16 : PRIMER NIVEL ENERGÉTICO C17 : CALORÍAS C18 : GRAMO	R7 : <tienen> R8 : producen R9 : por
P5	<Los>	: <CARBOHIDRATOS> C19 : MONOSACÁRIDOS C20 : DISACÁRIDOS C21 : POLISACÁRIDOS	R10 : <se dividen en> R11 : y
P6	<Las> de nueve	: GRASAS C22 : SEGUNDO NIVEL ENERGÉTICO : CALORÍAS : GRAMO	R12 : son R13 : <producen> R14 : por
P7	Las  del  el de	: GRASAS C23 : SIMPLES C24 : COMPUESTAS  C25 : AISLANTES C26 : FRÍO  C27 : TEJIDO ADIPOSO C28 : RESERVA	R15 : pueden ser R16 : o  R17 : son  R18 : y R19 : <constituyen>
P8	<Las>  su	: PROTEÍNAS C29 : AMINOÁCIDOS C30 : FUNCIÓN ESTRUCTURAL C31 : ENZIMÁTICA C32 : HORMONAL C33 : TRANSPORTADORA C34 : DE DEFENSA C35 : ENERGÉTICA	R20 : están formadas por R21 : y R22 : <es>

P9	<Las> en los	: BIOMOLÉCULAS C36 : SERES VIVOS	R23 : formadas R24 : y R25 : hacen posible
	la los	: VIDA C37 : POLÍMEROS SINTÉTICOS C38 : HIDROCARBUROS	R26: mientras que R27: <están>formados por
P10	<Los> de del	: <POLÍMEROS SINTÉTICOS> C39 : RESTOS C40 : SERES ORGÁNICOS C41 : FRAGMENTACIÓN C42 : PETRÓLEO	R28 : <están >formados por R29 : y R30 : por
P11	<Los> diferentes	: <POLÍMEROS SINTÉTICOS> C43 : FUENTE DE ENERGÍA C44 : SUBPRODUCTOS C45 : MEDICINAS C46 : PLÁSTICOS	R31 : <son> R32 : y R33 : se crean R34 : como R35 : y

Total de conceptos= 46

Total de Relaciones lógicas = 35

Densidad = 1.314

*Configuración temática del referente-criterio.* Los núcleos conceptuales se muestran en el mapa, más oscuros (Ver figura 9) y fueron los siguientes:

Biomoléculas (en las proposiciones 1, 2, 3 y 9)

Vida (en las proposiciones 2 y 9)

Carbohidratos (en las proposiciones 3, 4 y 5)

Grasas (en las proposiciones 3, 6 y 7)

Proteínas (en las proposiciones 3 y 8 )  
 Caloría (en las proposiciones 4 y 6 )  
 Gramo (en las proposiciones 4 y 6)  
 Polímeros sintéticos (en las proposiciones 9,10 y 11)

Total de núcleos conceptuales = 8

Como se puede apreciar, la respuesta completa contiene los componentes *denominativo* (en las proposiciones de la 1 a la 3) donde señala que son las biomoléculas, *descriptivo* (de las biomoléculas en general, en las proposiciones de la 1 a la 3, y en la 9, y en particular en cada uno de sus componentes o tipos, en las proposiciones de la 4 a la 8, con una tendencia clasificatoria, en la proposición 9 establece la diferenciación muy somera entre biomoléculas y polímeros sintéticos y en las proposiciones 10 y 11 vuelve nuevamente a los componentes *denominativo* y *descriptivo*, pero ahora en relación con el concepto de polímero sintético.

El componente explicativo, crucial para entender el funcionamiento e importancia de las biomoléculas, aparece muy restringido en las proposiciones 4, 6 y 8, en las que establece la función de las tres primeras biomoléculas citadas (carbohidratos, grasas y proteínas). A las dos primeras atribuyéndoles la capacidad energética, en relación al número de calorías por gramo y en el caso de las proteínas confiriéndole mayor número de funciones. Sin embargo no se profundiza en el proceso involucrado, ni da explicación a cada uno de los conceptos enunciados, por lo que la explicación se queda en un plano muy general y lleno de conceptos sin definir.

Por lo tanto, la configuración temática de esta zona de conocimiento, con base en esos conceptos y las relaciones lógicas que los conectan, es:

Las biomoléculas hacen posible la organización para la vida. Las biomoléculas son los carbohidratos, las grasas y las proteínas principalmente. Las dos primeras se ubican en un nivel energético, de acuerdo al número de calorías que dan por gramo.

Las biomoléculas formadas en los seres vivos hacen posible la vida, mientras que los polímeros sintéticos están formados por restos de seres orgánicos y son fuentes de energía.

Esta es la idea principal del tema de acuerdo a las respuestas que dio por escrito la profesora del grupo, atendiendo a las mismas preguntas que se plantearon a los estudiantes.

En su discurso la profesora expresa que las biomoléculas son moléculas orgánicas, más no explica porque reciben este nombre, luego cita a seis elementos químicos, que constituyen principalmente a las biomoléculas, sin dar explicación de porque esos y no otros.

Provee mayor información respecto de las biomoléculas argumentando que ellas hacen posible la organización para la vida, más no explica cómo es esa organización o por qué es importante.

Al establecer los tipos de biomoléculas, cita a los grupos principales que son: carbohidratos, grasas, proteínas y ADN.

Explica muy generalmente la función de cada biomolécula citada. A los carbohidratos y grasas les atribuye una función en relación a la cantidad de calorías por gramo que obtiene el cuerpo (humano) de ellas, ubicándolas, por este motivo, en primer y segundo nivel energético, respectivamente.

Establece una pequeña clasificación de los carbohidratos, en monosacáridos, disacáridos y polisacáridos, sin dar explicación del término sacárido. Sin embargo no menciona ejemplos como la glucosa, almidón, glucógeno, muy importantes en la producción de energía del cuerpo y en las vías metabólicas.

A las grasas las clasifica en simples o compuestas y les atribuye la capacidad de aislante del frío y de su propiedad de acumulación en el tejido adiposo. Cuando habla de las proteínas, nombra a la unidad molecular, aminoácido, de que están formadas y enumera varias de sus principales funciones a las que llama *estructurales*, como son: la enzimática, hormonal, transportadora, de defensa y energética, sin explicar que es estructural, a que se refiere cada función y que tipo de actividad realiza cada una en el organismo.

Habla de nivel energético como exclusivo de carbohidratos y grasas, pero también expresa la función energética de las proteínas. Sin embargo no establece una clara diferenciación entre conceptos.

De la cuarta biomolécula citada, el DNA, no proporciona ninguna información, no expresa que significa la sigla, donde se encuentra, que función presenta, etc.

Al omitir al RNA, ácido ribonucleico, que junto con el DNA, constituyen el grupo de los ácidos nucleicos, deja incompleta la clasificación de los principales grupos de biomoléculas.

Posteriormente trata de diferenciar a las biomoléculas de los polímeros sintéticos y establece que las primeras se forman en los seres vivos y por ello hacen posible la vida, mientras que los polímeros sintéticos (son diferentes) porque están formados de hidrocarburos, pero no explica que son éstos. (Aquí el alumno podría confundirse, por la similitud entre los términos hidrocarburo y carbohidrato. Luego, para dar mayor información sobre los polímeros sintéticos, afirma que están formados por restos de seres orgánicos, y al principio de su discurso señaló que las biomoléculas son moléculas orgánicas, lo cual presenta gran confusión en el empleo del término *orgánico*. Completa este enunciado diciendo que los polímeros sintéticos están formados por fragmentación del petróleo, concepto que queda bastante incompleto y confuso.

Finalmente, aún cuando el objetivo es diferenciar a las biomoléculas de los polímeros sintéticos, la profesora expresa que éstos últimos son también fuente de energía, enunciado que en vez de aclarar el concepto, lo hace más confuso.

Con el objeto de ejemplificar, expresa que de los polímeros sintéticos se crean subproductos como medicinas y plásticos, sin dar mayor explicación al respecto.

La profesora omitió la importancia de la estructura química del elemento carbono que diferencia a las biomoléculas de otras moléculas no orgánicas, no expresó el término bioelemento, para explicar por qué los elementos químicos citados, son importantes en la constitución de las biomoléculas. Sólo para las proteínas nombró su unidad molecular, que son los aminoácidos, pero no señaló la importancia del encadenamiento de las unidades básicas estructurales que caracterizan a cada grupo de biomoléculas citado. Tampoco hizo mención de la relevancia del ácido desoxirribonucleico en la generación de vida.

Cabe señalar que el conjunto de conceptos omitidos por la profesora del grupo están señalados en el programa curricular del curso de biología de segundo grado.

### 6.8 Análisis de la respuesta de un estudiante.

A continuación se presenta el análisis de discurso y la correspondencia, tomando la respuesta de la misma alumna (Fernández de Lara). Se discuten sus aspectos lógico-conceptuales y epistemológicos. Se continúa con un análisis cualitativo del conjunto y se finaliza con los comentarios de los resultados cuantitativos.

#### *Análisis proposicional del discurso de un estudiante del grupo "A"*

#### *Concepto: biomoléculas (Fernández de Lara)*

##### *6.8.1 Análisis de los componentes del discurso*

#### **PRETEST**

El texto completo de la respuesta de la estudiante es:

*"Son aquellas que construyen originan la vida. Están constituidas por átomos. Se clasifican en proteínas, vitaminas y minerales, carbohidratos y grasas. Ayudan a un mejor crecimiento y nos defienden de algunas enfermedades ayudando a una mejor digestión. Carbohidratos son fuente de energía. Grasas están en el estómago, son productoras de calor, protegen algunos órganos vitales. Si durante algún tiempo hemos dejado de comer, grasas nos proporcionan alimento".*

El texto anterior dividido en sus componentes proposicionales es el siguiente:

	<b>Conectores y modificadores</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>Relaciones Lógicas</b>
p1	< Las > aquellas que  la	c1 : < BIOMOLÉCULAS >  c2 : VIDA	r1 : son r2 : construyen r3 : originan

p2	< Las >	: BIOMOLÉCULAS	r4 : están constituidas r5 : por
		c3 : ÁTOMOS	
p3	< Las >	: < BIOMOLÉCULAS >	r6 : se clasifican en
		c4 : PROTEÍNAS	r7 : y
		c5 : VITAMINAS	r8 : y
		c6 : MINERALES	
		c7 : CARBOHIDRATOS	
		c8 : GRASAS	
p4	<Las >	: < VITAMINAS >	r9 : y
	un mejor	: < MINERALES >	r10 : ayudan a
	nos	c9 : CRECIMIENTO	r11 : y
	de algunas	c10 : ENFERMEDADES	r12 : defienden
	una mejor	c11 : DIGESTIÓN	r13 : ayudando a
p5	< Los >	: CARBOHIDRATOS	r14 : son
	de	c12 : FUENTE	
		c13 : ENERGÍA	
p6	< Las >	: GRASAS	r15 : están
	en el	c14 : ESTÓMAGO	r16 : son productoras
	de	c15 : CALOR	r17 : protegen
	algunos	c16 : ÓRGANOS VITALES	
p7	Si durante algún	c17 : TIEMPO	r18 : hemos dejado
	de	: GRASAS	r19 : comer
	<las>		
	nos	c18 : ALIMENTO	r20 : proporcionan

Su núcleo está formado por los siguientes conceptos:

Biomoléculas (en las proposiciones 1,2 y 3)

Vitaminas (en las proposiciones 3 y 4)  
Minerales (en las proposiciones 3 y 4)  
Carbohidratos (en las proposiciones 3 y 5)  
Grasas (en las proposiciones 3,6 y 7)

Por lo tanto la configuración temática de esta zona de conocimiento, con base en esos conceptos y las relaciones lógicas que los conectan es:

Las biomoléculas se clasifican en proteínas, vitaminas, minerales, carbohidratos y grasas.

La idea principal del texto de la estudiante se circunscribe a que las biomoléculas originan la vida y están constituidas por átomos. Sin embargo no especifica que tipo de ellos, ya que cualquier molécula está formada por átomos.

Establece la clasificación de las biomoléculas en los grupos citados en la configuración temática, pero en esta clasificación introduce un error conceptual grave, ya que los minerales están formados por elementos inorgánicos, y por lo tanto no se consideran biomoléculas (no incluye a los ácidos nucleicos).

Más adelante en su discurso, afirma que las vitaminas y los minerales ayudan a una mejor digestión, enunciado que encierra un cierto error conceptual.

A los carbohidratos les confiere la capacidad de ser fuente de energía, lo cual puede interpretarse como que las demás biomoléculas no la proporcionan, generando un error conceptual importante.

Cuando habla de las grasas, afirma que éstas se encuentran en el estómago, dando a entender que las biomoléculas tienen un lugar específico en el organismo, lo que refleja otro error conceptual importante por parte de la estudiante, ya que las biomoléculas se encuentran dentro de todas las células y éstas a su vez en todo el cuerpo.

Al decir que las grasas son productoras de calor, no podemos saber si la alumna posee el concepto de calor como una forma de energía, pues no da mayor información al respecto y al señalar en este mismo enunciado que las grasas protegen a algunos órganos vitales, no especifica cuales y da explicación de por qué no a todos.

En el último enunciado la estudiante expresa que si durante algún tiempo dejamos de comer, las grasas no proporcionan “alimento”, en vez de citar más adecuadamente el concepto de energía y su función en el cuerpo humano.

**Análisis Proposicional del discurso del estudiante del grupo A**  
**Concepto : Biomoléculas (Fernández de Lara)**

**POSTEST**

El texto completo de la respuesta de la estudiante es:

*“Son las moléculas que origina la vida, son las productoras de la vida, ya que sin éstas no podría existir.*

*Están formadas por átomos pequeños de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre.*

*<Se clasifican en> proteínas, enzimas, vitaminas, minerales, carbohidratos, grasas o lípidos.*

*Las biomoléculas pueden estar formadas por más de cien átomos y los polímeros por diez o veinte.*

*Las biomoléculas pueden dar vida y los polímeros no.*

El texto anterior dividido en sus componentes proposicionales es el siguiente:

	<b>Conectores y modificadores</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>Relaciones Lógicas</b>
p1	< Las > las que la	c1 : < BIOMOLÉCULAS > c2 : MOLÉCULAS  c3 : VIDA	r1 : son  r2 : originan
p2	< Las > las de la ya que sin éstas	: < BIOMOLÉCULAS > c4 : PRODUCTORAS : VIDA : < BIOMOLÉCULAS >	r3 : son  r4 :no podría existir.

p3	< Las > de	: < BIOMOLÉCULAS > c5 : ÁTOMOS PEQUEÑOS c6 : CARBONO c7 : HIDRÓGENO c8 : OXÍGENO c9 : NITRÓGENO c10 : AZUFRE	r5 : están formadas por r6 : y
p4	< Los > < en que > < las >	c11 : < GRUPOS > : < BIOMOLÉCULAS > c12 : PROTEÍNAS c13 : ENZIMAS c14 : VITAMINAS c15 : MINERALES c16 : CARBOHIDRATOS c17 : GRASAS c18 : LÍPIDOS	r7 : < se clasifican > r8 : < son > r9 : ó
p5	< Las > que las más de cien los diez o veinte	c19 : < DIFERENCIAS > : < BIOMOLÉCULAS > c20 : < POLÍMEROS > : BIOMOLÉCULAS : ÁTOMOS : POLÍMEROS : < ÁTOMOS >	r10 : < entre > r11 : < y > r12 : es r13 : pueden r14 : estar formadas por r15 : y r16 : por
p6	< otra diferencia es que > las los	: BIOMOLÉCULAS : VIDA : POLÍMEROS	r17 : pueden dar r18 : y r19 : no < pueden darla >

El mapa proposicional de este discurso se muestra en la figura 10.  
Su núcleo está formado por los siguientes conceptos:

- Biomoléculas (en las proposiciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6)
- Vida (en las proposiciones 1, 2 y 6)
- Polímeros (en las proposiciones 5 y 6)

Total de núcleos conceptuales = 3

Por lo tanto la configuración temática de esta zona de conocimiento, con base en esos conceptos y las relaciones lógicas que los conectan, es:

Las biomoléculas originan la vida. Se diferencian de los polímeros sintéticos en que éstos, no la pueden originar.

En el postest, esta estudiante reitera su definición de biomolécula y de que las constituyen <pequeños átomos >, nuevamente incluye a las vitaminas y minerales como grupos de igual jerarquía que las proteínas, grasas y carbohidratos.

Introduce un nuevo concepto que es el de *enzima* y le da el mismo nivel jerárquico que a las biomoléculas anteriores.

En el postest da respuesta a la última pregunta sobre la diferencia entre biomoléculas y polímeros y le adjudica a las biomoléculas la generación de vida en contraposición con los polímeros. Sin embargo introduce un error conceptual importante, al establecer la diferencia entre las dos macromoléculas por el número de átomos que los constituyen.

En su interés por diferenciar a los polímeros de las biomoléculas, introduce en su discurso un importante error conceptual al afirmar que las biomoléculas están formadas por más de cien átomos y los polímeros por diez o veinte.

Por lo tanto podemos establecer que su discurso después de haber estudiado durante un bimestre el tema de biomoléculas, la ganancia conceptual es escasa, algunos errores conceptuales no fueron superados, por ejemplo, el hecho de seguir considerando a los minerales como biomoléculas. Su discurso continúa siendo de nivel descriptivo.

En este segundo test, responde a la pregunta 4, sin embargo comete un importante error conceptual al diferenciar las biomoléculas de los polímeros sintéticos.

### 6.8.2 Análisis de correspondencia.

Con la información ya organizada, se establece el análisis de correspondencia entre la respuesta de la alumna en el postet y el referente-criterio (discurso de la profesora) (ver figura 11).

*Correspondencia conceptual.* Ambos discursos contienen los siguientes componentes conceptuales.

*Biomolécula, molécula, vida, carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre, proteína, carbohidrato, grasas y polímero.*

El nivel de correspondencia conceptual en este caso se considera *idéntico*.

En ambos discursos se establece como organizaciones conceptuales idénticas los siguientes:

- 1) Las biomoléculas originan o hacen posible la vida.
- 2) Las biomoléculas están formadas por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre.
- 3) Las biomoléculas son: carbohidratos, grasas y proteínas.

La estudiante expresa que las biomoléculas son moléculas, mientras que en el discurso criterio de habla de moléculas orgánicas.

Esta correspondencia conceptual se considera como equivalente.

La alumna cita como ejemplo de biomoléculas a las enzimas y la profesora emplea el término enzimático como una función de las proteínas. En este caso la correspondencia conceptual es de orden *nocional*.

*Correspondencia en relaciones lógicas.* Con base en la correspondencia conceptual identificada, se analiza a continuación la correspondencia en relaciones lógicas.

En la proposición 1 del criterio se afirma que las biomoléculas *son* moléculas orgánicas y la estudiante en la proposición 1, aunque no señala que las moléculas son orgánicas, utiliza la misma relación lógica, por lo que la correspondencia en este caso, es *idéntica*.

Criterio: <Las> **biomoléculas**..... *son*.... **moléculas orgánicas**.

Estudiante: <Las **biomoléculas**> .....*son*..... **moléculas**

En la proposición 1 del criterio con la proposición 3 de la estudiante se establece también el nivel de identidad en la segunda y tercera relación lógica del referente (R2, R3), con la primera y segunda de la estudiante (r5, r6).

Criterio: .....*formadas por*.... **carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre**..... *y*..... **fósforo**.

Estudiante:.....*están formadas por*.....**carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno**..... *y*..... **azufre**.

En la proposición 3 del referente (R6) se establece nuevamente un nivel de identidad en relaciones lógicas, con la proposición 4 de la estudiante (r8).

Criterio: <Las> **biomoléculas** .....*son*....**carbohidratos, grasas, proteínas, ADN**.

Estudiante: <Las> **biomoléculas** .....*son*.... **proteínas**.

El valor de la correspondencia relacional de esta alumna respecto del promedio del grupo fue: 0.666 sobre 0.570.

*Correspondencia con el núcleo conceptual.* El discurso de la estudiante contiene tres de los ocho núcleos conceptuales del criterio: *biomoléculas, vida y polímeros*. Los tres conceptos en correspondencia idéntica.

Los conceptos de: *carbohidratos, grasas y proteínas*, la estudiante los cita, aunque en su discurso no son núcleos conceptuales, sí lo son en el discurso de la profesora. Es importante que la alumna haya nombrado dichos conceptos ya que son fundamentales del conocimiento que se espera que aprenda, pues poseen un gran potencial lógico-semántico para futuros aprendizajes, especialmente de la bioquímica.

A continuación se analiza la organización lógico-conceptual de la estudiante para el tema de biomoléculas.

- 1) La organización lógico-conceptual de la estudiante (Fernández de Lara) es incompleta, aunque contiene varios elementos fundamentales. Los

conceptos y relaciones presentes se refieren a los siguientes componentes:

- a) Denominativo. La estudiante en el postest expresa que existen moléculas llamadas biomoléculas que sin ellas no podría existir vida (lo cual es científicamente válido).
  - b) Descriptivo. Cita cuáles son esas biomoléculas, clasificándolas en sus principales grupos. Ya que no agrega nada sobre los tipos de biomoléculas que menciona, su discurso queda en un nivel clasificatorio.
  - c) Explicativo. Este componente queda ausente en su discurso ya que no explica la importancia y función de cada uno de los grupos de biomoléculas que menciona en los organismos.
  - d) Ejemplificativo. Este componente en el discurso de la estudiante es totalmente erróneo, ya que trata de diferenciar a las biomoléculas de los polímeros sintéticos a través de una premisa falsa, al afirmar que las biomoléculas están formadas por cien átomos y los polímeros sintéticos por diez o veinte átomos.
- 2) La información válida es prácticamente idéntica, con respecto al referente-criterio. Equilibra escasa información con buena estructuración y presencia de conceptos fundamentales. Sin embargo podemos concluir que la estudiante no comprendió plenamente la conceptualización requerida de biomoléculas, quedándose con una conceptualización mínima y regular.

En la correspondencia en el núcleo conceptual (c) la estudiante obtuvo un valor de (0.375) por encima del promedio (0.275), ocupando el segundo lugar entre los estudiantes investigados.

## 6.9 Análisis grupal

### 6.9.1 Análisis epistemológico.

En el grupo A el 80% de los estudiantes relacionó a las biomoléculas con la vida. El término biomolécula lo conceptualizaron como *las moléculas de la vida*. Sin embargo algunos alumnos en el intento de definir las, introdujeron algunos conceptos erróneos como los siguientes: "Las biomoléculas a diferencia de las moléculas normales, tienen carbono, hidrógeno, nitrógeno y

azufre”, no se da mayor información al respecto, no existe explicación de por qué el estudiante les llama “normales”, si con este término considera que todas las moléculas los contienen, entonces es un error conceptual, ya que esos elementos químicos están presentes tanto en moléculas orgánicas como en las inorgánicas. “Las biomoléculas son las células que forman el cuerpo”. Este estudiante da mayor jerarquía al concepto de biomolécula, y lo hace sinónimo de célula lo cual implica un error conceptual importante.

Cabe señalar que en este momento del curso escolar, los estudiantes aún no estudian el tema de célula, y lo más deseable sería que al abordar el tema siguiente el estudiante pudiera analizar su error.

Otro estudiante expresa que “las biomoléculas son los microorganismos que dan vida”. Aquí también se da mayor jerarquía a una molécula que a un organismo, las considera como sinónimo de microorganismo.

Un último estudiante de la muestra analizada establece que “las biomoléculas son las moléculas más pequeñas y complejas, siendo así un componente cuaternario”. En este caso se incluyen dos errores conceptuales importantes, primero, al considerar que las biomoléculas son las moléculas más pequeñas, siendo exactamente lo opuesto y segundo porque las biomoléculas no entran en la clasificación de moléculas cuaternarias, esta ubicación es para las moléculas inorgánicas, que están formadas por cuatro átomos diferentes.

La segunda pregunta relacionada con los constituyentes de las biomoléculas, el 80 % expresó que “las biomoléculas están constituidas por seis elementos químicos, que son: (C, H, O, N, S, y P). En términos de un nivel *idéntico* en *correspondencia* con la respuesta dada por la profesora del grupo.

Se introdujeron algunos errores conceptuales en su deseo de describir a las biomoléculas, por ejemplo al afirmar que las biomoléculas están formadas por átomos “pequeños” de carbono...etc. como si los átomos de un mismo elemento químico tuvieran diferente tamaño.

Para la tercer pregunta en la que se pide que se mencionen los principales grupos en los que se clasifican a las biomoléculas y se citen las características principales de cada grupo, el 70 % de la muestra nombró a los carbohidratos y los caracterizaron principalmente por la cantidad más importante de energía que aportan. Solo el 10 % empleó el término “nivel energético”, como se

establece en el criterio. Sin embargo los estudiantes incluyeron varios errores conceptuales, por ejemplo, en un discurso de los 10 analizados, se afirma que las biomoléculas se clasifican en: oxígeno, nitrógeno, carbono e hidrógeno, lo cual indica que el estudiante no considera a estos bioelementos como constitutivos de las biomoléculas sino como tipos de ellas, lo cual es un error conceptual importante.

El 30 % incluyó a los “minerales” como grupo importante de biomoléculas, lo cual demuestra confusión en la conceptualización de biomolécula y a la vez de sustancia mineral. (Este error lo presentó la estudiante ejemplificada)

Otro alumno expresó que las biomoléculas pueden ser “de materia inerte y de materia viva”, si el estudiante entiende que la materia inerte es lo contrario de materia viva, su premisa resulta falsa.

Sólo el 50 % de los estudiantes citaron a los lípidos y a las proteínas como grupos importantes de biomoléculas, pero ninguno citó a los ácidos nucleicos. Dicha omisión constituye un punto crucial en la conceptualización de las biomoléculas, sobre todo en esta zona de conocimiento, en que definen a las mismas como “generadoras de vida”. Al no incluir a este grupo dentro de la clasificación, los alumnos se vieron impedidos para establecer la relación transitiva entre la definición (qué son las biomoléculas) y su tipología (cuáles son los grupos principales), para por lo menos comprender los sustentos epistemológicos básicos de esta temática.

En cuanto a la cuarta pregunta, que solicitaba diferenciar a las biomoléculas de los polímeros sintéticos, el 50 % de la muestra analizada no dio respuesta a la pregunta. El 30 % sólo estableció la diferencia, argumentando que “las biomoléculas dan vida y los polímeros sintéticos, no”. En estas respuestas también se introdujeron varios errores conceptuales, por ejemplo, el 10% afirmó que a los polímeros les falta algún bioelemento, y en eso radica su diferenciación con las biomoléculas. Otro error fue considerar que los polímeros tienen carbohidratos. (Tal vez en este caso el alumno confundió el término carbohidrato con el de hidrocarburo, comentado en el análisis de la respuesta criterio).

### 6.9.2 Familias de proposiciones

A continuación se presentan las respuestas de los alumnos investigados en el postest.

**Concepto : Biomoléculas          Grupo A          vs          Profesora**

**Pregunta No. 1** ¿Qué son las biomoléculas ?

**Respuesta criterio :** <Las biomoléculas son> moléculas orgánicas formadas por carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), azufre (S) y fósforo (P), principalmente. Hacen posible la organización para la vida.

**Respuestas de los alumnos en el postest :**

1. Es la molécula de la vida y son ( C,H,O,N).
2. Son las proteínas, enzimas que proporcionan la vida.
3. Son las moléculas, base de la vida. A diferencia de las moléculas normales ; éstas tienen carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre.
4. Son las moléculas de la vida: es decir, son las moléculas que le otorgan la vida al ser humano.
5. Son las moléculas que originan la vida, son las productoras de la vida, ya que sin éstas no podría existir.
6. Las biomoléculas son las células que forman el cuerpo.
7. Son los microorganismos que dan vida.
8. Son las moléculas que están vivas y que forman a cualquier ser viviente conocido al menos en el planeta.
9. Son las que todo ser vivo tiene y forman parte de él.
10. Son las moléculas más pequeñas y complejas ya que están formadas por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, siendo así un componente cuaternario.

**Pregunta No. 2** ¿Cómo están constituidas las biomoléculas ?

**Respuesta criterio :** <Las biomoléculas son> moléculas orgánicas formadas por carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), azufre (S) y fósforo (P), principalmente. Hacen posible la organización para la vida.

***Respuestas de los alumnos en el postest :***

1. Por C,H,O,N.
2. Están constituidas de 100 a millones de átomos.
3. Están constituidas por un cierto porcentaje de cada bioelemento: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre. Estas tienen como base para la vida de los seres, al carbono.
4. Por átomos y esos a su vez por electrones, protones y neutrones.
5. Están formadas por átomos pequeños de C, H, O, N, S.
6. Están constituidas por CHONSP.
7. Por CHONSP.
8. Están constituidas por CHONSP.
9. Están constituidas por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.
10. Por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.

**Pregunta No. 3** Menciona los principales grupos en los que se clasifican las biomoléculas y da características de cada grupo.

***Respuesta criterio :***

*<Los carbohidratos tienen> una función de primer nivel energético, producen cuatro calorías por gramo. Se dividen en monosacáridos, disacáridos y polisacáridos. Las grasas son de segundo nivel energético <producen> nueve calorías por gramo. Las grasas pueden ser simples o compuestas, son aislantes del frío y constituyen el tejido adiposo de reserva. Las proteínas están formadas por aminoácidos y su función estructural es enzimática, hormonal, transportadora, de defensa, energética.*

***Respuestas de los alumnos en el postest :***

1. Carbohidratos, lípidos, proteínas, vitaminas y minerales.
2. Lípidos : 2º nivel energético y 2º nivel estructural. Carbohidratos : 1º nivel energético y 1º nivel estructural. Proteínas : fuentes de energía y vitaminas.
3. \* SIN RESPUESTA.
4. Oxígeno, nitrógeno, carbono e hidrógeno.
5. Proteínas, enzimas, vitaminas, minerales, carbohidratos, grasas o lípidos, etcétera.
6. Biomoléculas de materia inerte y de materia viva.

7. Glúcidos y lípidos
8. Carbohidratos y azúcares. Proporcionan el primer recurso de energía. Proteínas forman células.
9. Son azúcares, lípidos, proteínas, vitaminas, sales minerales.
10. Almidones y azúcares.

**Pregunta No. 4** ¿Qué semejanzas y diferencias existen entre biomoléculas y polímeros sintéticos?

**Respuesta criterio :** *<Las> biomoléculas formadas en los seres vivos y hacen posible la vida, mientras que los polímeros sintéticos están formados por hidrocarburos. < Los polímeros sintéticos están > formados por restos de seres orgánicos y por fragmentación del petróleo. < Los polímeros sintéticos son fuente de energía y se crean diferentes subproductos como medicina y plásticos.*

**Respuestas de los alumnos en el postest :**

1. \* SIN RESPUESTA
2. \* SIN RESPUESTA
3. \* SIN RESPUESTA
4. Que unos dan vida y otro nada más existen.
5. Semejanzas : algunos de sus componentes. Diferencias : Las biomoléculas pueden estar formadas por más de 100 átomos y los polímeros de 10 a 20. Las biomoléculas pueden dar vida y los polímeros no.
6. Las biomoléculas tiene CHONSP y los polímeros sintéticos notienen completo el CHONSP, les falta alguno de sus elementos.
7. Que tienen carbohidratos.
8. La diferencia de las biomoléculas y los polímeros sintéticos es que la biomoléculas forma a los organismos vivientes y los polímeros sintéticos no.
9. \* SIN RESPUESTA
10. \* SIN RESPUESTA.

### 6.9.3 Conocimiento científico de los estudiantes sin correspondencia con el referente-criterio.

Para la primera pregunta un alumno responde que “las biomoléculas son las moléculas que forman a cualquier ser viviente conocido, al menos en el planeta”. Esta última aseveración, supone que el estudiante no se arriesga a hablar de que pueda existir una situación similar en el universo, sólo asegura lo que se conoce en el planeta Tierra. Este conocimiento científico es válido y demuestra que el estudiante tuvo por lo menos un pequeño momento de reflexión al responder a dicha pregunta, lo cual es un factor muy deseable dentro del proceso de aprendizaje. Desde el punto de vista educativo es muy importante que se den este tipo de razonamientos y que los alumnos introduzcan conocimiento científico en el intento de dar respuesta a los cuestionamientos a que son expuestos, conocimiento que adquiere a través de otros medios de comunicación, y que resulta muy deseable que lo pueda contextualizar en el trabajo de aula, para complementar la expresión de sus ideas científicas.

### 6.9.4. Análisis cuantitativo

El discurso criterio para el grupo A contiene 11 proposiciones, con 46 conceptos y 35 relaciones lógicas. La respuesta de la estudiante analizada presenta 6 proposiciones con 20 conceptos y 19 relaciones lógicas. Con este contenido se refiere en forma *idéntica* a 8 y a 2 en forma *alusiva* de los 46 conceptos requeridos en el criterio. Esos 10 conceptos en total se conectan con 6 de las 9 relaciones requeridas en la zona de correspondencia. Los cálculos de correspondencia conceptual y relacional muestran que  $cc = 10/46 = 0.217$ , y  $cr = 6/9 = 0.666$ , respectivamente, por lo que el índice de correspondencia lógico-conceptual es  $q = cc \times cr = 0.217 \times 0.666 = 0.144$  (equivalente al 7.2 % de la calidad lógico-conceptual esperada).

Como la correspondencia con el núcleo es  $c = 3/8 = 0.375$ , el índice de calidad de la correspondencia, representado en el modelo como (q), equivalente al producto de la correspondencia conceptual por la correspondencia relacional  $cc \times cr$ , en este caso  $q = 0.217 \times 0.375 = 0.144$  (equivalente al 14.4% de la calidad lógico-conceptual esperada). Por lo tanto el índice de calidad de la correspondencia es  $q_{corr} = (cc \times cr + c) = (q + c) = 0.144 + 0.375 = 0.519$  (equivalente al 26 % de la calidad de la correspondencia esperada ya que  $2 \geq q \geq 0$ ). De acuerdo con las hipótesis

planteadas, la estudiante asimiló menos de la mitad de los conceptos requeridos (alrededor de una quinta parte). Sin embargo, los conecta mediante relaciones que en proporción (0.666) superan un poco a la planteada en la hipótesis (0.600). En cuanto a la correspondencia con el núcleo, también se cumple la hipótesis de que se asimila menos de 60 %.

De acuerdo con los rangos de valores definidos anteriormente para la clasificación de las organizaciones conceptuales *cc* correspondería a marco nacional, *cr* al marco conceptual y *c* al marco referencial. Con base en los criterios de clasificación cuando no todos los valores corresponden a un mismo tipo de marco u organización conceptual (Campos y Gaspar, 1996<sup>a</sup>) la correspondencia a esta estructura de conocimiento producida por la estudiante ejemplificada, es de tipo de marco referencial. Se trata, por lo tanto, de una organización conceptual regular, que logra equilibrar una baja correspondencia conceptual con buena estructuración (buena correspondencia relacional con regular correspondencia en el núcleo).

En cuanto a la correspondencia con la configuración temática solamente, la alumna presenta en su discurso seis de los ocho núcleos conceptuales del criterio, los cuales estructura prácticamente igual a los requerimientos de éste.

Los tres conceptos en correspondencia están conectados con seis relaciones. Por lo tanto,  $cc = 7/9 = 0.777$ ,  $cr = 7/9 = 0.777$  y  $c = 4/5 = 0.88$ ,  $q = 0.49$  (49 % de la calidad lógico-conceptual, muy próxima a la esperada, y  $q_{corr} = 0.49 + 0.88 = 1.37$  (68.5 % de la calidad esperada).

Estos valores son sustancialmente mejores al análisis respecto del total temático expuesto en clase y, coincidiendo con el cualitativo muestran efectivamente que la estudiante logró captar los aspectos fundamentales (ver tablas 3 y 4).

TABLA 3

VALORES DE LOS COMPONENTES DE LA ORGANIZACIÓN CONCEPTUAL -  
PRETEST CONCEPTO : BIOMOLÉCULAS

Alumnos	Concep	Rel. Lóg.	Dens	CC	Cr	C	q
1) Arellano	7	5	1.400	0.127	1.000	0.125	0.127
2) Arredondo	10	11	0.909	0.100	0.500	0.250	0.050
3) Cano Váz.	9	9	1.000	0.191	0.571	0.250	0.109
4) De León	14	24	0.583	0.170	0.428	0.375	0.072
5) Fer. De La.	17	21	0.809	0.148	0.500	0.625	0.074
6) F. Islas	12	20	0.600	0.148	0.615	0.250	0.091
7) Ibañez	11	11	1.000	0.170	0.571	0.250	0.097
8) Rodríguez	12	13	0.923	0.297	0.600	0.625	0.375
9) Rossette	17	18	0.944	0.276	0.476	0.750	0.131
10) Vega G.	16	12	1.333	0.085	0.333	0.125	0.028
Promedio	12.5	14.4	0.950	0.171	0.559	0.362	0.115

*Clave: Concep = núm de conceptos; Rel. Lóg. = núm de relaciones lógicas; Dens = densidad; CC = correspondencia conceptual; Cr = correspondencia en relaciones lógicas; C = correspondencia con el núcleo conceptual; q = calidad lógico-conceptual.*

TABLA 4

VALORES DE LOS COMPONENTES DE LA ORGANIZACIÓN CONCEPTUAL -  
POSTEST - CONCEPTO : BIOMOLÉCULAS

Alumnos	Concep	Rel. Lóg.	Dens	CC	Cr	C	q
1) Arellano	13	8	1.625	0.239	0.444	0.125	0.106
2) Arredondo	14	13	1.076	0.173	0.416	0.500	0.071
3) Cano Váz.	12	18	0.666	0.195	0.750	0.250	0.146
4) De León	14	17	0.823	0.195	0.625	0.375	0.121
5) Fer. De La.	20	20	1.000	0.217	0.666	0.375	0.144
6) F. Islas	12	15	0.800	0.173	0.583	0.250	0.100
7) Ibañez	15	11	1.363	0.234	0.583	0.125	0.136
8) Rodríguez	21	18	1.166	0.282	0.538	0.250	0.151
9) Rossette	13	10	1.300	0.239	0.625	0.250	0.149
10) Vega G.	12	11	1.090	0.152	0.428	0.250	0.065
Promedio	14.6	14.1	1.090	0.209	0.570	0.275	0.118

Clave: *Concep* = núm de conceptos; *Rel. Lóg.* = núm de relaciones lógicas; *Dens* = densidad; *CC* = correspondencia conceptual; *Cr* = correspondencia en relaciones lógicas; *C* = correspondencia con el núcleo conceptual; *q* = calidad lógico-conceptual.

*Análisis agregado de las respuestas de los estudiantes.* Las tablas 4 y 5 muestran los resultados del pre y post-test del grupo "A" en lo que se refiere a número de conceptos y relaciones utilizados, el valor de densidad y los de los índices de correspondencia.

Se puede notar que de un promedio de 12.5 conceptos en el pretest, se pasó a uno de 14.6, es decir, 16.8 % más de información conceptual después de dos meses de haber estudiado el tema.

Respecto a la correspondencia conceptual, el promedio del pretest del grupo fue de 0.171 y en el posttest de 0.209. Es decir, se produjo menos del doble de conceptos en correspondencia.

La correspondencia conceptual fue estructurada con un promedio de la relacional igual a 0.559 en el pretest y con uno de 0.570 en el posttest.

La correspondencia con el núcleo conceptual fue de 0.362 en promedio en el pretest y de 0.275 en el posttest, es decir una disminución de la información fundamental requerida después de abordar el tema.

Al combinar la correspondencia conceptual y relacional, el valor de calidad lógico-conceptual ( $q$ ) fue de 0.115 en el pretest y de 0.118 en el posttest. Un valor muy similar.

Ver en el anexo la gráfica No. 1

## CÉLULA

### 6.10 La respuesta criterio y las exigencias epistemológicas

**Discurso de la Profesora del Grupo "A" (respuesta criterio) en torno al tema de célula.**

Preguntas a las que dio respuesta.

1. Enuncia los postulados de la teoría celular
2. Con base en esos postulados ¿qué diferencias y semejanzas existen entre la célula vegetal y animal?
3. ¿Qué dice la teoría celular sobre las células procariontes y eucariontes?
4. ¿Qué diferencias importantes existen entre la división mitótica y meiótica?

Las respuestas de la profesora del grupo "A" a las preguntas anteriores, fueron las siguientes, de las cuales se obtuvo el *mapa proposicional criterio* (ver figura 12).

1. *La teoría celular fue expuesta por Schleiden y Schwann. Sus postulados son : como unidad anatómica: Todos los seres vivos están formados por una o más células. Como unidad de origen: Toda célula se origina de otra célula. Como unidad fisiológica la célula realiza todas las funciones vitales.*
2. *Tanto la célula animal como la célula vegetal presentan membrana, citoplasma y núcleo. La célula animal se diferencia de la célula vegetal porque tiene pared celular y cloroplastos para realizar la fotosíntesis. Sólo la célula animal presenta lisosomas y centriolos.*
3. *En las células procariontes el material genético se presenta disperso porque no tienen núcleo. En las células eucariontes <el material genético> se encuentra organizado porque si tiene núcleo.*
4. *<La> división de las células por mitosis la realizan todas las células somáticas, siendo siempre diploides. <La> división meiótica la realizan los gametos o células sexuales y permiten la recombinación del material genético de la especie.*

A continuación se analiza el discurso de las profesora del grupo "A", dividido en tres grupos: conectores y modificadores, conceptos y relaciones lógicas de acuerdo a la metodología del MAP en torno al tema de célula.

**Análisis Proposicional del discurso (criterio) de la profesora del grupo "A"**

Conectores y modificadores	CONCEPTOS	Relaciones Lógicas
P1	La C1 : TEORÍA CELULAR C2 : SCHLEIDEN C3 : SCHWANN	R1 : fue expuesta R2 : por R3 : y
P2	< De acuerdo a la> los : TEORÍA CELULAR C4 : POSTULADOS Todos los C5 : UNIDAD ANATÓMICA C6 : SERES VIVOS una más C7 : CÉLULAS	R4 : son R5 : como R6 : están formados R7 : por R8 : o
P3	Toda de otra C8 : UNIDAD DE ORIGEN : CÉLULA : CÉLULA	R9 : Como R10 : se origina
P4	la todas las C9 : UNIDAD FISIOLÓGICA : CÉLULA C10 : FUNCIONES VITALES	R11 : Como R12 : realiza
P5	La la C11 : CÉLULA ANIMAL C12 : CÉLULA VEGETAL C13 : MEMBRANA C14 : CITOPLASMA C15 : NÚCLEO	R13 : como R14 : presentan R15 : y

P6	La de la la	: CÉLULA ANIMAL : CÉLULA VEGETAL : <CÉLULA VEGETAL> C16 : PARED CELULAR C17 : CLOROPLASTOS	R16 : se diferencia R17 : porque R18 : tiene R19 : y R20 : para R21 : realizar
	la	C18 : FOTOSÍNTESIS	
P7	Sólo la	: CÉLULA ANIMAL C19 : LISOSOMAS  C20 : CENTRIOLOS	R22 : presenta R23 : y
P8	En las el	C21 : CÉLULAS PROCARIONTES C22 : MATERIAL GENÉTICO	R24 : se encuentra R25 : disperso R26 : porque R27 : no tienen
		: NÚCLEO	
P9	En las <el>	C23 : CÉLULAS EUCARIONTES : <MATERIAL GENÉTICO>	R28 : se encuentra R29 : organizado R30 : porque R31 : sí tiene
		: NÚCLEO	
P10	<La> de las  la todas las siempre	C24 : DIVISIÓN : CÉLULAS C25 : MITOSIS  C26 : CÉLULAS SOMÁTICAS C27 : DIPLOIDES	R32 : por  R33 : realizan R34 : siendo

P11	<La>	: DIVISIÓN	
	la	C28 : MEIÓTICA	
	los	C29 : GAMETOS	R35 : realizan
		C30 : CÉLULAS SEXUALES	R36 : o
			R37 : y
	la	C31 : RECOMBINACIÓN	R38 : permiten
	del	: MATERIAL GENÉTICO	
	de la	C32 : ESPECIE	

Total de conceptos = 32

Total de Relaciones lógicas = 38

Densidad = 0.842

*Configuración temática del referente-criterio.* En la figura 12 se muestran en globos más oscuros los núcleos conceptuales. Estos fueron:

Teoría celular (en las proposiciones 1 y 2)

Células (en las proposiciones 2, 3, 4 y 10)

Célula animal (en las proposiciones 5, 6 y 7)

Célula vegetal (en las proposiciones 5 y 6)

Núcleo (en las proposiciones 5, 8 y 9)

Material genético (en las proposiciones 8, 9 y 11)

División <celular por mitosis o división meiótica> (en 10 y 11).

Total de núcleos conceptuales = 7

Como se observa, el discurso de la profesora contiene, en las proposiciones de la uno a la cinco, enunciados considerados dentro de la metodología del MAP como *componentes denominativos*, ya que señala tres ideas básicas de la teoría celular y los primeros científicos que la expusieron.

Las proposiciones 5, 6 y 7 se ubican en el *componente descriptivo*. Proveen información sobre las estructuras que posee la célula, describen de manera muy somera las diferencias entre la célula vegetal y la animal.

Las proposiciones 10 y 11, también se ubican en el nivel descriptivo, pero ahora en relación con la reproducción celular. Sólo se describe en el texto, el tipo de células que realizan las dos formas de división celular.

El componente explicativo, crucial para entender el funcionamiento e importancia del estudio de la anatomía y fisiología a nivel celular, aparece, aunque restringido en las proposiciones 8 y 9, en un intento de explicar el por qué las células procariontes y las eucariontes reciben sendos nombres. Sin embargo no se da mayor explicación sobre por qué unas células (las procariontes) carecen de membrana nuclear y por qué otras (las eucariontes) si la presentan. No explica la relación de este fenómeno con la evolución, aspecto muy importante, mencionado en el primer capítulo, fundamental para la comprensión de los conceptos biológicos.

La configuración temática del discurso de la profesora, con base en los conceptos y relaciones lógicas empleadas sería:

La teoría celular establece los principios que caracterizan a la célula como unidad de origen, anatómica y fisiológica.

La célula vegetal y animal presentan estructuras que las hacen semejantes y otras que las diferencian.

Las células procariontes y las eucariontes se distinguen por su organización en el núcleo.

La división celular puede ser por mitosis o meiosis.

Dentro de la teoría celular, incluye la definición de célula, en términos de ser unidad de origen, anatómica y fisiológica y su correspondiente descripción y menciona a Schleiden y Schwann como los creadores de la teoría. Sin embargo no proporciona mayor información al respecto, por ejemplo, sobre la época en que vivieron dichos científicos, su nacionalidad, etcétera.

El enunciado de la proposición 4 en donde establece que el postulado con respecto a la célula como unidad fisiológica se refiere a que la célula realiza "funciones vitales", pero al no ejemplificar, impide que se tengan elementos para entender a que se refiere dicho postulado.

En una forma más sencilla, establece la diferencia entre célula animal y vegetal, en relación a algunos de los organelos presentes o ausentes en ellas. Lo mismo sucede para la diferenciación entre las células procariontes y eucariontes, para

la cual se centra en la forma en que se encuentra, según su terminología “*el material genético*” dentro de la célula. Incluye un importante concepto que es el de *recombinación del material genético*, el cual resulta abstracto y de difícil comprensión para los estudiantes. Sin embargo es básico para entender los principios fundamentales de la teoría sintética de la evolución.

En su discurso las profesora incluye el término *diploide* como una característica de las células somáticas que se reproducen por medio del proceso de *mitosis*.

La palabra *diploide*, significa que la célula presenta el número total de cromosomas (células somáticas) de acuerdo a la especie biológica de que se trate, lo cual la profesora no explica en su texto, pero sobre todo no emplea el término *haploide* para adjudicarlo a las células sexuales que se reproducen por medio de la meiosis, lo que hace que su discurso sea incompleto, parcial y carente de los conceptos fundamentales del tema.

### **6.11 Análisis de la respuesta de un estudiante**

A continuación se presenta el análisis del discurso y la correspondencia de un estudiante. En este caso se eligió a la misma alumna (Fernández de Lara) dado que nuevamente obtuvo valores muy cercanos al promedio.

Posteriormente al análisis de su discurso, se discuten los aspectos lógico-conceptuales y epistemológicos. Se continúa con una presentación cualitativa del conjunto y se finaliza, como en los casos anteriores, con la descripción de los resultados cuantitativos.

#### **Análisis Proposicional del discurso de un estudiante del grupo “A”.**

**Concepto : Célula (Fernández de Lara)**

#### **PRETEST**

El texto completo de la respuesta de la estudiante es:

*<Las diferencias y semejanzas entre la célula vegetal y la animal> “es el orden y cantidad de algunas de sus partes, color y función”.*

El texto anterior dividido en sus componentes proposicionales es el siguiente.

Conectores y modificadores	CONCEPTOS	Relaciones Lógicas
p1 < Las >  < la > < la > el la de algunas de sus	c1 : < DIFERENCIAS > c2 : < SEMEJANZAS > c3 : < CÉLULA VEGETAL > c4 : < CÉLULA ANIMAL > c5 : ORDEN c6 : CANTIDAD c7 : PARTES c8 : COLOR c9 : FUNCIÓN	r1 : < y > r2 : < entre > r3 : < y > r4 : < son >    r6 : y

Número de conceptos = 9

Número de relaciones lógicas = 6

Densidad = 1.500

### 6.11.1 Análisis de los componentes del discurso.

#### PRETEST

Como se puede observar en ella, hay ausencia de núcleos conceptuales.

Número de núcleos conceptuales = 0

Por lo tanto no puede conformarse la configuración temática en esta zona de conocimiento.

La idea principal del texto de la estudiante se concreta a expresar que las diferencias y semejanzas entre célula animal y vegetal son: “el orden” (no da mayor información) no se sabe a que se refiere con ello, “la cantidad de alguna de sus partes” lo cual demuestra un error conceptual grave, ya que la diferencia entre células animales y vegetales, e inclusive sobre un distinto tipo de tejido, no radica en la cantidad de sus constituyentes, sino en el tipo de estructura que

realiza una función específica. Tampoco es correcto tomar en consideración el color, ya que esta característica intrascendente no se conoce con exactitud en todos los casos y puede variar aún en células del mismo tipo. En síntesis, no son *atributos esenciales* que puedan tomarse en consideración como criterio válido para ubicar a los elementos dentro de un determinado grupo.

Se puede interpretar la última frase del texto de que la función es una característica para diferenciar la célula vegetal de la animal. Desde luego que cada estructura celular tiene una función específica y que al estar presente o ausente en un tipo de célula, le confiere especificidad y al mismo tiempo diferenciación fisiológica. Sin embargo no podemos estar seguros de que la estudiante haya realizado este tipo de reflexión y análisis al respecto, pues la falta de información impide dicha aseveración.

El discurso de la alumna en el pretest se ubica en un nivel denominativo-descriptivo. Sin embargo desde el punto de vista de la validez científica son erróneas y confusas todas sus premisas.

#### ***Análisis Proposicional del discurso de un estudiante del grupo "A".***

***Concepto : Célula (Fernández de Lara)***

#### **POSTEST**

El texto completo de la respuesta de la estudiantes es:

1. (No respondió).

2. *"Las diferencias: que las vegetales, contienen cloroplastos y las animales no.*

*Las semejanzas: ambas dan origen a la vida y tienen núcleo, citoplasma y membrana.*

3. *Las diferencias que existen entre estas, por ejemplo que las procariontes carecen de núcleo y que el ADN se encuentra regado en el citoplasma, que su nombre significa antes del núcleo, que fueron las primeras células que existieron, que tienen menor tamaño. Más sin embargo las eucariontes, tienen un núcleo definido, en el cual se encuentra el ADN. Su nombre significa núcleo verdadero, que aparecieron después de las procariontes. Son de mayor tamaño.*

El texto anterior dividido en sus componentes proposicionales es el siguiente:

	Conectores y modificadores	CONCEPTOS	Relaciones Lógicas
p1	Las las que  las	c1 : DIFERENCIAS c2 : < CÉLULAS > VEGETALES  c3 : CLOROPLASTOS c4 : < CÉLULAS > ANIMALES	r1 : <entre> r2 : < es > r3 : contienen r4 : y r5 : no < los contienen >
p2	Las < que > las las a la	c5 : SEMEJANZAS : < CÉLULAS VEGETALES > : < CÉLULAS ANIMALES > c6 : VIDA  c7 : NÚCLEO c8 : CITOPLASMA c9 : MEMBRANA	r6 : < es > r7 : < y > r8 : dan origen r9 : y r10 : tienen  r11 : y
p3	Las de el  en el	c10 : < CÉLULAS > PROCARIONTES : NÚCLEO c11 : ADN  : CITOPLASMA	r12 : carecen r13 : y r14 : se encuentra r15 : regado
p4	antes del  las primeras que que	: < PROCARIONTE > : NÚCLEO  c12 : CÉLULAS  c13 : TAMAÑO < MENOR >	r16 : significa r17 : porque r18 : fueron  r19 : existieron r20 : tienen

p5	Más sin embargo las	c14 : < CÉLULAS > EUCARIONTES	r21 : tienen
	un	: NÚCLEO	
	en el cual el		r22 : se encuentra
	el	: ADN	
	su nombre		r23 : significa
		c15 : NÚCLEO VERDADERO	
p6	Las	: CÉLULAS EUCARIONTES	r24 : aparecieron
	después de las	: CÉLULAS PROCARIONTES	r25 : y
			r26 : son
	de	c16 : MAYOR TAMAÑO	

Número de conceptos: 16

Número de relaciones lógicas: 26

Densidad: 1.444

El mapa proposicional de este texto se muestra en la figura 13 del anexo.

Su núcleo está formado por los siguientes conceptos:

Células vegetales (en las proposiciones 1 y 2)

Células animales (en 1 y 2)

Citoplasma (en 2 y 3)

Núcleo (en 2, 3, 4 y 5)

Procarionte (en 3, 4 y 6)

Eucariontes (en 5 y 6)

ADN (en 3 y 5)

Número de núcleos conceptuales = 7

Por lo tanto la configuración temática de esta zona de conocimiento, con base en esos conceptos y las relaciones lógicas que los conectan, es la siguiente:

Las semejanzas entre las células vegetales y animales, es que ambas poseen: membrana citoplasma y núcleo.

Las diferencias es que las células vegetales contienen cloroplastos

Las células eucariontes poseen un núcleo definido (verdadero), las procariontes no.

Las células procariontes tienen el ADN disperso y las eucariontes lo tienen dentro del núcleo.

En el caso de célula, la alumna presentó un alto nivel de transformación conceptual con respecto a los conceptos anteriores. El discurso, aunque sintético, se encuentra con mucho mayor elaboración sintáctica y semántica que en el pretest. Como se observa no presenta errores conceptuales, por lo que la calidad conceptual muestra un importante progreso.

La ganancia conceptual es elevada. En su discurso ahora incluye varios términos científicos (cloroplasto, núcleo, citoplasma, membrana, procarionte, eucarionte, ADN). Ya no incluye los errores conceptuales del pretest.

Aunque sus aseveraciones se ubican más en el nivel *descriptivo*, son correctas. Ejem. Expresa que los cloroplastos son lo que hace la diferenciación entre las células animales y vegetales, estructura muy importante para la distinción, pues en ellos se lleva a cabo el proceso de la fotosíntesis. Sin embargo no menciona a la pared celular como segunda característica importante, propia de las células vegetales, presente en el discurso-criterio.

Posteriormente da como semejanzas de ambas células, las tres partes fundamentales de que se componen, lo cual aunque elemental, es correcto.

Al hablar de las diferencias entre células procariontes y eucariontes se acerca más al *componente explicativo* ya que trata de ofrecer información de por qué son llamadas con esa terminología.

Algo muy importante en su discurso es que la estudiante al comparar las células eucariontes, establece que éstas aparecieron después que las procariontes. En esta proposición involucra de alguna manera al *proceso evolutivo*, lo cual, como ya se citó en el capítulo 2 sobre las exigencias epistemológicas de esta ciencia, es de suma importancia llevar a cabo esta relación para la mejor comprensión de los conceptos biológicos.

En cuanto a las relaciones lógicas, la mayoría de ellas es adecuada, a excepción de la proposición 3 en la que expresa "el ADN se encuentra *regado* en el citoplasma". Aunque el significado del verbo es acertado para comunicar la

idea, el término no es el más idóneo desde el punto de vista científico ya que las células eucariontes presentan una membrana (nuclear) que envuelve al material genético y en las células procariontes y otras estructuras celulares carecen de esas membranas. El DNA en ambas células no está fragmentado que daría como consecuencia su dispersión. El material genético está organizado en largas cadenas formando una sola molécula o dos (excepcionalmente tre o cuatro en procariontes).

### 6.11.2 Análisis de correspondencia.

Con la información ya organizada, se establece el análisis de correspondencia entre la respuesta de la alumna en el postet y el referente-criterio (discurso de la profesora) (ver figura 14).

*Correspondencia conceptual.* Ambos discursos contienen los siguientes componentes conceptuales.

*Célula vegetal, célula animal, membrana, citoplasma, núcleo, cloroplastos, procariontes, eucariontes.*

El nivel de correspondencia conceptual en este caso se considera *idéntico*.

La profesora menciona el término *material genético* y de acuerdo a la información adicional que brinda “en las células procariontes el *material genético* se encuentra disperso”. Mientras que la estudiante expresa “en las células procariontes el *ADN* se encuentra regado en el citoplasma”.

Por lo tanto material genético y ADN se pueden considerar como conceptos equivalente en el sentido que les dan maestra-alumna.

En ambos discursos se establece como organizaciones conceptuales en un nivel conceptual idéntico, los siguientes enunciados:

- 1) Las células animal y vegetal, presentan membrana, citoplasma y núcleo.
- 2) La célula vegetal se diferencia de la animal porque tiene cloroplastos.
- 3) Las células procariontes no presentan núcleo
- 4) Las células eucariontes si lo presentan

- 5) En las procariontes el material genético (ADN) se encuentra disperso en el citoplasma de la célula, mientras que en las eucariontes se encuentra en el núcleo.

*Correspondencia en relaciones lógicas.* Con base en la correspondencia conceptual identificada, se analiza a continuación la correspondencia en relaciones lógicas.

En la proposición 5 del criterio se afirma que las células *presentan* membrana, citoplasma y núcleo, mientras que la estudiante se refiere a la misma idea, pero emplea la relación *tienen*, por lo que la correspondencia en este caso, es *equivalente e idéntico* para la relación y

Criterio: La **célula animal** como la **célula vegetal**... *presentan*... **membrana, citoplasma y núcleo.**

Estudiante: Las *semejanzas es* que las **células animales y vegetales** ....*tienen*.... **núcleo, citoplasma**.... y.... **membrana.**

En la proposición 8 del criterio con la proposición 3 de la estudiante se establece el *nivel* de identidad en la (r14) *se encuentra* con la relación lógica del referente (R28)

Las relaciones lógicas son *equivalentes* en las proposiciones (R26+R27) *porque no tienen* del referente-criterio con la relación (r12) *carecen* de la estudiante. Y con la relación lógica del referente-criterio (R25) *disperso* con la (r15) *regado* de la estudiante.

Criterio: En las **células procariontes** el **material genético** .....*se encuentra*.....*disperso*...*porque no tienen* **núcleo.**

Estudiante: Las **células procariontes**.....*carecen*.... de **núcleo**.... y.....el **ADN** .....*se encuentra*.....*regado*.

En la proposición 9 del referente (R28) se establece nuevamente un nivel de identidad en relaciones lógicas, con la proposición 5 de la estudiante (r22) *se encuentran*. Y con respecto a la (R31) con (r21) *tienen*.

Criterio: En las **células eucariontes** el **material genético** .....*se encuentra*.....*organizado*...*porque si tienen* **núcleo.**

*Estudiante:* Las células eucariontes.....tienen núcleo definido en el cual .....se encuentra.....el ADN.

El valor de la correspondencia relacional de esta alumna fue de 0.571 respecto del promedio del grupo de 0.0545.

*Correspondencia con el núcleo conceptual.* Si consideramos *material genético* como concepto equivalente de ADN, entonces, la estudiante contiene en su discurso cinco de los siete núcleos conceptuales del criterio: *célula*, *célula animal*, *célula vegetal*, *núcleo* y *material genético*. Cuatro conceptos en correspondencia idéntica y uno en correspondencia equivalente.

A continuación se analiza la organización lógico-conceptual de la estudiante para el tema de célula.

- 3) La organización lógico-conceptual de la estudiante (Fernández de Lara) es incompleta, no dio respuesta a la pregunta número uno sobre los principios de la *teoría celular*, tampoco a la número cuatro sobre la *división celular*. Sin embargo contiene varios elementos fundamentales.

Los conceptos y relaciones presentes se refieren a los siguientes componentes.

- a) Descriptivo. Cita las partes principales de la célula: membrana citoplasma y núcleo.
  - b) Explicativo. Este componente se encuentra parcialmente presente en el intento de la estudiante de diferenciar las células vegetales de las animales, aunque sólo nombra una estructura celular (que las diferencia, los cloroplastos), lo mismo sucede para distinguir las células procariontes de las eucariontes.
  - c) Ejemplificativo. Este componente en el discurso de la estudiante se encuentra ausente, la estudiante no ofrece ningún ejemplo.
- 4) La información que proporciona para las preguntas dos y tres son válidas y prácticamente idénticas, con respecto al referente-criterio. Equilibra escasa información con buena estructuración y presencia de conceptos fundamentales. Sin embargo al dar respuesta sólo a dos preguntas, que representan el 50 % podemos concluir que la estudiante no asimiló la

conceptualización requerida para el tema de célula quedándose, en un nivel conceptual regular.

En la correspondencia en el núcleo conceptual (c) la estudiante obtuvo un valor de (0.428) ligeramente por encima del promedio (0.418), ubicándose en el estándar de la muestra estudiada.

## **6.12 Análisis grupal**

### **6.12.1 Análisis epistemológico.**

En el grupo "A" el 70% de la muestra definió a la célula como *una unidad de vida*. Sin expresar que fueran los postulados de la teoría celular, este porcentaje de estudiantes relacionó a la célula con los aspectos anatómico, de origen y funcional que la profesora trató en clase. El tipo de conceptos y relaciones lógicas que emplearon la mayoría de los estudiantes fue el siguiente: *la célula es la unidad más pequeña de vida* (unidad anatómica) *la célula sólo puede venir de otra célula* (unidad de origen) *la célula es la unidad funcional* (unidad fisiológica). En esta última parte algunos estudiantes expresaron, probablemente para aludir al principio fisiológico que *la célula es la unidad fundamental de la vida*. Ningún estudiante de la muestra nombraron a los científicos que postularon la teoría.

La segunda pregunta relacionada con las diferencias y semejanzas entre la célula vegetal y animal, los estudiantes incluyeron varios errores conceptuales importantes. Por ejemplo una estudiante escribió: *las células no se componen de los mismos organismos*, posiblemente se deseaba expresar el término organelo, puesto que el término organismo conceptualmente es más amplio que el término célula. Luego afirmó: *una si tiene vacuola y microfibrillas y la otra no*. No especificó que tipo de célula.

Otro alumno expresó que *las células animales y vegetales sus funciones son diferentes*. Este es un error conceptual, que demuestra que el estudiante no tiene comprendido el concepto de función o entiende que todas las funciones son diferentes. En cualquier caso hay demostración de la deficiencia conceptual.

Otro error conceptual importante es el de un estudiante quien afirmó que *"en la célula vegetal no hay aparato de Golgi"* lo cual no es cierto, ya que esa estructura está presente en ambas células.

Otra definición incorrecta fue la de un estudiante que estableció en relación a la diferencia entre célula vegetal y animal que: *"las vegetales están produciendo constantemente clorofila y la animales se dividen en el lugar donde están"*. La segunda parte de esta aseveración es totalmente incorrecta, demuestra la carencia de comprensión en cuenta a lo que es una célula en términos generales y la idea de que existe un lugar específico para su reproducción.

En cuanto a las respuestas dadas relativas a la pregunta 3, sobre la diferencia entre células eucariontes y procariontes, se introdujeron algunos errores conceptuales en su intento por diferenciar a este tipo de células, por ejemplo al afirmar que la diferencia radica en que un tipo *"consta de dos fases y la otra no"*. En este caso el estudiante no expresa ninguna idea lógica-conceptual. Otro caso fue *"unas células fueron evolucionando y otras se estancaron"*. No se proporciona mayor información al respecto, no se especifica cuál es un tipo y cuál es otro. Aunque es muy importante en este caso relacionar la diferencias entre este tipo de células, en cuanto a la evolución biológica, el enunciado queda incompleto, lo cual se traduce en una deficiencia conceptual importante.

En otros casos se dieron las definiciones en forma cruzada, lo cual genera un error conceptual importante, por ejemplo se expresó : *"las células eucariontas carecen de núcleo ya que se formaron antes de él y las procariontas son las que tienen núcleo"*.

Otra afirmación incorrecta con graves errores conceptuales fue la siguiente: *"las células procariontes son las que están en conjunto y forman materia. Las eucariontes son una sola como espermias y óvulos"*. En este caso el estudiante confunde célula eucarionte con célula sexual o germinal.

En cuanto a la cuarta pregunta, que solicitaba diferenciar los procesos mitóticos y meióticos, el 40 % de los estudiantes investigados no dio respuesta a la pregunta. El 20 % sólo estableció la diferencia, argumentando que la diferencia radica en que en la mitosis a partir de una célula madre se producen dos células hijas y en la meiosis a partir de una célula madre se producen cuatro células hijas. Lo cual es correcto. Otro 20 % expresó que la mitosis presenta una división con cuatro fases y la meiosis dos divisiones o sea ocho fases. Lo cual

es correcto si se considera que el ciclo completo de reproducción de la célula es una división de cuatro fases: profase, metafase, anafase y telofase. Sin embargo también se introdujeron varios errores conceptuales, por ejemplo, el 10% de la muestra afirmó que " *en la meiosis el material genético es revisado y liberado de daños y muchos código para evitar mutaciones*".

### **6.12.2 Familias de proposiciones**

A continuación se presentan las respuestas de los estudiantes en el postest.

**Concepto : Célula          Grupo A          vs          Profesora**

**Pregunta No. 1 .** Enuncia los postulados de la teoría celular.

**Respuesta criterio :** *La teoría celular fue expuesta por Schleiden y Schwann. Sus postulados son: como unidad anatómica: Todos los seres vivos están formados por una o más células. Como unidad de origen: Toda célula se origina de otra célula. Como unidad fisiológica la célula realiza todas las funciones vitales.*

#### **Respuestas de los alumnos en el postest :**

1. La célula es la unidad más pequeña de la vida. La célula es la unidad principal de la vida. Una célula sólo puede venir de otra célula.
2. Es la unidad principal de vida. Es la unidad más pequeña de vida. Una célula sólo proviene de otra.
3. La célula es la unidad más pequeña de la vida. Una célula siempre viene de otra célula. La célula es la principal unidad de vida.
4. La célula es la unidad más pequeña de vida. La célula se deriva de otra célula. La célula es la unidad funcional más pequeña de vida.
5. \* SIN RESPUESTA
6. La célula es la unidad fundamental de vida. Una célula depende de otra para vivir. Una célula nace de otras.
7. \* SIN RESPUESTA
8. Una célula proviene de otra. La célula es la representante de la vida.
9. Toda célula proviene de otra célula. La célula es la unidad fundamental de la vida.
10. Vegetal y animal.

**Pregunta No. 2 .** Con base en esos postulados ¿qué diferencias y semejanzas existen entre la célula vegetal y animal?

**Respuesta criterio:** Tanto la célula animal como la célula vegetal presentan membrana, citoplasma y núcleo. La célula animal se diferencia de la célula vegetal porque tiene pared celular y cloroplastos para realizar la fotosíntesis. Sólo la célula animal presenta lisosomas y centriolos.

**Respuestas de los alumnos en el postest:**

1. Que no se componen de los mismos organismos como por ejemplo una si tiene vacuola, microfibrillas, etc. y la otra no.
2. Animal: centriolo. Vegetal: vacuolas, cloroplastos, leucoplastos, cápsula de secreción.
3. En las dos existen diferentes organelos, que las dos no pueden tener a la vez. Su función tampoco es la misma, ya que las funciones ya sea del vegetal o del animal son diferentes. Las 2 células son las unidades de vida y tienen varias cosas similares.
4. Sus partes en el animal están los centriolos y en cambio la vegetal tiene vacuolas.
5. Las diferencias entre las células vegetales es que contienen cloroplastos y las células animales no los contienen. Las semejanzas es que las células vegetales y las células animales dan origen a la vida y tienen núcleo, citoplasma y membrana.
6. Que una célula tiene algunas cosas más que otras.
7. Semejanzas: núcleo, citoplasma, membrana. Diferencias: Aparato de Golgi, cloroplastos, etcétera.
8. En la célula vegetal no hay aparato de Golgi, ni centriolo. En la célula animal no hay plastos. Su semejanza es que una célula proviene de otra. Las dos tienen membrana, vacuola, núcleo, cromatina.
9. En los organelos: vacuola, cloroplastos y su uso: las vegetales están produciendo constantemente clorofila y las animales se dividen en el lugar donde están.
10. Una tiene clorofila

**Pregunta No. 3.** ¿Qué dice la teoría celular sobre las células procariontes y eucariontes?

**Respuesta criterio :** *En las células procariontes el material genético se presenta disperso porque no tienen núcleo. En las células eucariontes <el material genético> se encuentra organizado porque sí tiene núcleo.*

**Respuestas de los alumnos en el postest :**

1. Que uno consta de dos fases y la otra no.
2. Que unas células fueron evolucionando y otras se estancaron.
3. Que las células eucariontes carecen de núcleo ya que se formaron antes de él y las procariontes son las que tienen núcleo y son la base de organismos pluricelulares. Otro caso de células eucariontes es cuando pierden el núcleo por una función que deban realizar, entonces se les denomina eucariontes. Ejemplo: la sangre.
4. Que las procariontes son las que no tienen núcleo y las eucariontes son las que sí lo tienen.
5. Las procariontes carecen de núcleo y el ADN se encuentra regado en el citoplasma. Procarionte significa antes del núcleo porque fueron las primeras células que existieron que tienen menor tamaño. Las eucariontes tienen un núcleo definido en el cual se encuentra el ADN su nombre significa núcleo verdadero. Las células eucariontes aparecieron después de las células procariontes y son de tamaño mayor.
6. Que las células procariontes son las que no tienen núcleo y las eucariontes sí tienen núcleo.
7. Las células procariontes son las que están en conjunto y forman materia. Las eucariontes son una sola como espermias y óvulos.
8. Dice que las procariontes carecen de núcleo y su información genética está regada en toda la célula y las eucariontes tienen un núcleo en donde se contiene la información genética.
9. Las procariontes no tienen núcleo y las eucariontes sí.
10. \* SIN RESPUESTA

**Pregunta No. 4.** ¿Qué diferencias importantes existen entre la división mitótica y meiótica?

**Respuesta criterio:** <La> división de las células por mitosis la realizan todas las células somáticas, siendo siempre diploides. <La> división meiótica la realizan los gametos o células sexuales y permiten la recombinación del material genético de la especie.

**Respuestas de los alumnos en el postest :**

1. \* SIN RESPUESTA.
2. Que en la mitótica 2 células hijas con dos juegos (2n) y en la meiótica salen 4 células hijas con un juego (1n). En la primera sólo hay 4 fases y en la segunda hay 8. Repetición de las primeras fases.
3. Que la mitosis solo tiene una división y la meiosis tiene dos. La segunda se le puede denominar, recombinación, ya que el material genético es revisado y liberado de daños y muchos códigos para evitar mutaciones.
4. Que su reproducción es distinta.
5. \* SIN RESPUESTA.
6. En que una trae mayores complicaciones que otra. Se realizan en diferentes lugares.
7. Mitótica es la que no se reproduce sexualmente y la meiótica es la que se separa sin sexualidad.
8. \* SIN RESPUESTA
9. En la división meiótica de una célula madre salen cuatro hijas. Es usado este tipo de reproducción en las células sexuales.
10. \* SIN RESPUESTA

**6.12.3 Conocimiento científico de los estudiantes  
sin correspondencia con el referente-criterio.**

En el discurso de la profesora se observan sólo dos estructuras específicas de las células vegetales la pared celular y los cloroplastos, sin embargo hubo estudiantes que introdujeron otras estructuras que no se encuentran en correspondencia conceptual en el mapa criterio, éstas fueron: *vacuolas* y, *leucoplastos* y las consideran como estructuras propias de las células vegetales, ausentes en las animales, lo cual es totalmente correcto.

El 20 % de la muestra habló del Aparato de Golgi, estructura presente en ambas células y que la profesora del grupo no incluyó en su discurso.

Para la diferenciación entre las células eucariontes y procariontes, varios alumnos establecieron la relación con la evolución, situación muy importante desde el punto de vista epistemológico y ausente en el discurso de la profesora.

Varios alumnos emplearon el término *información genética*, el cual es más adecuado que *material genético*, empleado por la profesora.

#### 6.12.4. Análisis cuantitativo

El discurso criterio para el grupo "A" contiene 11 proposiciones, con 32 conceptos y 38 relaciones lógicas. La respuesta de la estudiante analizada presenta 6 proposiciones con 18 conceptos y 26 relaciones lógicas. Con este contenido se refiere en forma *idéntica* a 8 y a 2 en forma *alusiva* de los 46 conceptos requeridos en el criterio. Esos 10 conceptos en total se conectan con 6 de las 9 relaciones requeridas en la zona de correspondencia. Los cálculos de correspondencia conceptual y relacional muestran que  $cc = 10/46 = 0.217$ , y  $cr = 6/9 = 0.666$ , respectivamente, por lo que el índice de correspondencia lógico-conceptual es  $q = cc \times cr = 0.217 \times 0.666$  (equivalente al 7.22 % de la calidad lógico-conceptual esperada).

Como la correspondencia con el núcleo es  $c = 0.428$ , el índice de calidad de la correspondencia, representado en el modelo como ( $q$ ), equivalente al producto de la correspondencia conceptual por la correspondencia relacional  $cc \times cr$ , en este caso  $q = 0.322 \times 0.571 = 0.183$  (equivalente al 9.15% de la calidad lógico-conceptual esperada). Por lo tanto el índice de calidad de la correspondencia es  $q_{\text{corr}} = (cc \times cr + c) = (q + c) = 0.183 + 0.428 = 0.611$  (equivalente al 30.55 % de la calidad de la correspondencia esperada ya que  $2 \geq q \geq 0$ ). De acuerdo con las hipótesis planteadas, la estudiante asimiló menos de la mitad de los conceptos requeridos y los conecta mediante relaciones que en proporción (0.428) no superan la hipótesis planteada = 0.600. En cuanto a la correspondencia con el núcleo, también se cumple la hipótesis de que se asimila menos de 60%.

De acuerdo con los rangos de valores definidos anteriormente para la clasificación de las organizaciones conceptuales  $cc$  correspondería a marco referencial,  $cr$  al marco conceptual y  $c$  al marco referencial. Con base en los

criterios de clasificación cuando no todos los valores corresponden a un mismo tipo de marco u organización conceptual (Campos y Gaspar, 1996<sup>a</sup>) la correspondencia a esta estructura de conocimiento producida por la estudiante analizada, es de tipo de marco referencial. Se trata, por lo tanto, de una organización conceptual regular, que logra equilibrar una regular correspondencia conceptual y relacional con regular correspondencia en el núcleo.

En cuanto a la correspondencia con la configuración temática, la alumna presenta en su discurso solo cinco de los siete núcleos conceptuales del criterio. Los cinco conceptos en correspondencia están conectados con siete relaciones. Por lo tanto,  $cc = 5 / 7 = 0.714$ ,  $cr = 7 / 9 = 0.777$  y  $c = 5 / 7$ . Por lo tanto  $q = 0.714$  (35.7 % de la calidad lógico-conceptual, muy próxima a la esperada), y  $q \text{ corr} = 0.554 + = 0.714 = 1.268$  (63.4 % de la calidad esperada). Estos valores son sustancialmente mejores al análisis respecto del total temático expuesto en clase y, coincidiendo con el cualitativo muestran efectivamente que la estudiante logró captar los aspectos fundamentales.

TABLA 5

**VALORES DE LOS COMPONENTES DE LA ORGANIZACIÓN CONCEPTUAL  
GRUPO A. PRETEST CONCEPTO : CÉLULA**

Alumnos	Concep	Rel. Lóg.	Dens	CC	Cr	C	q
1) Arellano	9	13	0.692	0.218	0.600	0.142	0.130
2) Arredondo	-	-	-	-	-	-	-
3) Cano Váz.	8	11	0.727	0.156	0.500	0.142	0.078
4) De León	9	6	1.500	0.218	0.333	0.142	0.072
5) Fer. De La.	9	6	1.500	0.062	0.600	0.142	0.037
6) F. Islas	8	7	1.142	0.125	0.714	0.142	0.089
7) Ibáñez	8	5	1.600	0.156	0.555	0.142	0.086
8) Rodríguez	-	-	-	-	-	-	-
9) Rossette	-	-	-	-	-	-	-
10) Vega G.	-	-	-	-	-	-	-
Promedio	8.5	8	1.193	0.155	0.550	0.142	0.082

*Clave: Concep = núm de conceptos; Rel. Lóg. = núm de relaciones lógicas; Dens = densidad; CC = correspondencia conceptual; Cr = correspondencia en relaciones lógicas; C = correspondencia con el núcleo conceptual; q = calidad lógico-conceptual.*

TABLA 6

VALORES DE LOS COMPONENTES DE LA ORGANIZACIÓN CONCEPTUAL  
GRUPO A . POSTEST CONCEPTO : CÉLULA

Alumnos	Concep	Rel. Lóg.	Dens	CC	Cr	C	q
1) Arellano	16	16	1.000	0.281	0.400	0.428	0.112
2) Arredondo	21	17	1.235	0.406	0.384	0.428	0.155
3) Cano Váz.	25	34	0.735	0.500	0.863	0.571	0.431
4) De León	19	18	1.055	0.437	0.636	0.428	0.277
5) Fer. De La	17	26	0.653	0.322	0.571	0.428	0.126
6) F. Islas	17	19	0.894	0.250	0.466	0.428	0.116
7) Ibañez	19	20	0.950	0.437	0.562	0.285	0.245
8) Rodríguez	25	26	0.961	0.468	0.590	0.428	0.276
9) Rossette	24	14	1.714	0.468	0.407	0.428	0.190
10) Vega G.	19	16	1.187	0.406	0.545	0.428	0.231
Promedio	20.2	20.6	1.038	0.397	0.545	0.418	0.215

*Clave:* *Concep* = núm de conceptos; *Rel. Lóg.* = núm de relaciones lógicas; *Dens* = densidad; *CC* = correspondencia conceptual; *Cr* = correspondencia en relaciones lógicas; *C* = correspondencia con el núcleo conceptual; *q* = calidad lógico-conceptual.

*Análisis agregado de las respuestas de los estudiantes.* Las tablas 5 y 6 muestran los resultados del pre y post-test del grupo "A" en lo que se refiere a número de conceptos y relaciones utilizados, el valor de densidad y los de los índices de correspondencia.

Se puede notar que de un promedio de 8.5 conceptos en el pretest, se pasó a uno de 20.2, es decir, 118.82 % más de información conceptual después de dos meses de haber estudiado el tema.

Respecto a la correspondencia conceptual, el promedio del pretest del grupo fue de 0.155 y en el posttest de 0.397. Es decir, se produjo más del doble de conceptos en correspondencia tras ver el tema.

La correspondencia conceptual fue estructurada con un promedio de la correspondencia relacional igual a 0.550 en el pretest y con uno de 0.545 en el posttest.

La correspondencia con el núcleo conceptual fue de 0.142 en promedio en el pretest y de 0.418 en el posttest, aumentó ligeramente la información fundamental requerida después de abordar el tema.

Sin embargo al combinar la correspondencia conceptual y relacional, el valor de calidad lógico-conceptual ( $q$ ) fue de 0.082 en el pretest y de 0.215 en el posttest. Para el tema de célula aumentó significativamente.

Ver gráfica No. 2

## SALUD

### 6.13 La respuesta criterio y las exigencias epistemológicas

#### *Discurso de la Profesora del Grupo "A" (respuesta criterio) en torno al tema de salud*

Preguntas a las que dio respuesta.

1. ¿Qué es la salud y cómo podemos conservarla?
2. ¿Qué es la enfermedad y qué consecuencias individuales y sociales trae consigo?
3. Da ejemplos de enfermedades que provoquen mayores efectos nocivos a la salud ¿Cómo podrían evitarse?

Las respuestas de la profesora del grupo "A" a las preguntas anteriores, fueron las siguientes, de las cuales se obtuvo el *mapa proposicional criterio* (ver Figura 15)

1. *<La salud> es el estado óptimo del funcionamiento de un organismo. <La salud> se conserva con buena alimentación, descanso, recreación y hábitos de higiene.*
2. *<La> enfermedad <es un> desequilibrio del funcionamiento de un individuo causado por desórdenes en sus funciones o agresiones de otros organismos. Las consecuencias de las enfermedades son el deterioro de la salud y puede provocar muerte y socialmente se ve afectada la familia y las economías tanto del hogar como del país.*
3. *<Las enfermedades que provocan mayores efectos nocivos> son las infectocontagiosas y degenerativas como varicela, sarampión, cólera, tuberculosis, diabetes e hipertensión.*

A continuación se presenta el análisis del discurso de la profesora del grupo "A" dividido en los tres componentes de acuerdo a la metodología del MAP: conectores y modificadores, conceptos y relaciones lógicas:

#### *Análisis Proposicional del discurso (criterio) de la profesora del grupo "A"*

Conectores y modificadores	CONCEPTOS	Relaciones Lógicas	
P1	<La> el del de un	C1 : <SALUD> C2 : ESTADO ÓPTIMO C3 : FUNCIONAMIENTO C4 : ORGANISMO	R1 : es
P2	<La> con	: <SALUD> C5 : BUENA ALIMENTACIÓN C6 : DESCANSO C7 : RECREACIÓN C8 : HÁBITOS DE HIGIENE	R2 : se conserva  R3 : y
P3	<La> <un> del de un  en sus  de otros	C9 : ENFERMEDAD C10 : DESEQUILIBRIO : FUNCIONAMIENTO C11 : INDIVIDUO C12 : DESÓRDENES C13 : FUNCIONES C14 : AGRESIONES : ORGANISMOS	R4 : <es>  R5 : causado por  R6 : ó
P4	Las de las el de la   la las tanto del del	C15 : CONSECUENCIAS : ENFERMEDADES C16 : DETERIORO : SALUD  C17 : MUERTE C18 : SOCIALMENTE  C19 : FAMILIA C20 : ECONOMÍAS C21 : HOGAR C22 : PAIS	R7 : son  R8 : y R9 : puede provocar R10 : y R11 : se R12 : ve afectada R13 : y  R14 : como
P5	Las <que> <mayores>	: ENFERMEDADES  C23 : <EFECTOS NOCIVOS>	R15 : <provocan> R16 : son

las	C24 : INFECTOCONTAGIOSAS	R17 : y
	C25 : DEGENERATIVAS	R18 : como
	C26 : VARICELA	
	C27 : SARAMPIÓN	
	C28 : CÓLERA	
	C29 : TUBERCULOSIS	
	C30 : DIABETES	R19 : e
	C31 : HIPERTENSIÓN	

Total de conceptos = 31

Total de Relaciones lógicas = 19

Densidad = 1.63

*Configuración temática del referente-criterio.* Los núcleos conceptuales son:

Salud (en las proposiciones 1, 2 y 4)

Enfermedad (en las proposiciones 3, 4 y 5 )

Funcionamiento (en las proposiciones 1 y 3)

Organismos (en las proposiciones 1 y 3)

Total de núcleos conceptuales = 4

Por lo tanto la configuración temática de esta zona de conocimiento, con base en esos conceptos y relaciones lógicas, es la siguiente:

La salud es el estado óptimo del funcionamiento de un organismo.

La enfermedad es un desequilibrio del funcionamiento de un organismo.

Esta es la idea principal del tema de acuerdo a como fue enseñado y posee un referente para el aprendizaje.

Los programas proponen en relación al tema de salud :

a) Señalar las características de una dieta equilibrada que contenga alimentos de los tres grupos principales (cereales y tubérculos; frutas y verduras; leguminosas y alimentos de origen animal), cómo cada uno de los nutrientes que tomamos desempeña una función particular y su importancia en la salud. Explicar adecuadamente el concepto de caloría. Se deben mencionar las

relaciones existentes entre dietas inadecuadas y problemas de salud como anemias, infartos, etcétera).

b) Presentar un panorama general de las más comunes, determinar cómo se adquieren y las medidas de higiene que se pueden tomar para evitarlas. Es muy importante vincular estas medidas a la experiencia cotidiana del estudiante.

c) En el caso de las adicciones, hay que señalar que éstas se producen generalmente durante la adolescencia y que casi siempre son producto de una necesidad de aceptación. El mensaje más importante y enfático debe sesgarse hacia las consecuencias que cada una de ellas causa en la salud humana. También es importante destacar la responsabilidad que el estudiante tiene como el protagonista principal de su proceso de desarrollo y por qué es necesario que genere hábitos que el permitan mantenerse sano.

d) Se recomienda en los programas de secundaria conceptuar a la salud como un estado de completo de bienestar físico, mental y social. Establecer que existen grados de salud como grados de enfermedad. El bienestar físico, mental y social están interrelacionados.

e) En cuanto a la nutrición, diferenciar entre la óptima y la adecuada. La óptima implica alegría, atractivo, valor y entusiasmo por la vida. La adecuada sólo evita una enfermedad visible.

f) La higiene es la disciplina encargada de preservar y promover la salud del individuo y de la comunidad, que se ocupa del cuidado del ambiente. La salud se obtiene no por la simple adquisición de conocimientos de higiene, sino por su aplicación.

Como puede observarse en el discurso de la profesora, existen dificultades de integración de las ideas científicas en el contexto de la vida cotidiana.

Su discurso incluye una serie de ideas del dominio común. En una entrevista personal que se le hizo del por qué en su discurso no estaban incluidas el sida , el cáncer y la drogadicción, conceptos que sus alumnos mencionaron en alto porcentaje, la profesora argumentó “sobre esas enfermedades los alumnos tienen suficiente información, y el tiempo para abarcar todos los contenidos que marca el programa es insuficiente”.

Como se puede apreciar, la respuesta completa contiene los componentes denominativo (en las proposiciones 1, 3 y 5), descriptivo (en las proposiciones 2 y 4) y ejemplificativo (en la proposición 5).

El componente explicativo, importante para entender lo que implica la salud en términos más generales no está presente en su discurso, por ejemplo no habla de la salud a nivel mental y social, se circunscribe únicamente al aspecto físico <La salud es el estado óptimo del funcionamiento de un organismo>.

Su discurso queda en el nivel descriptivo.

#### **6.14 Análisis de la respuesta de un estudiante**

A continuación se presenta el análisis del discurso y la correspondencia, tomando las respuestas de la misma alumna (Fernández de Lara). Se presentan los aspectos lógico-conceptuales y epistemológicos.

#### **Análisis Proposicional del discurso de la estudiante del grupo "A"**

**Concepto : Salud (Fernández de Lara)**

#### **PRETEST**

El texto completo de la respuesta de la estudiante es el siguiente:

1. *Es el bienestar de la persona en todos sus aspectos y le permite realizar diversas actividades. Esta se puede conservar abrigándose, poniendo atención al convivir con alguien, lavarse las manos, no ser adictos a lo negativo, no comiendo hielo, etcétera.*
2. *Es el daño a la salud de alguien, esto provoca molestia en la persona con diferentes representaciones como puede ser: fiebre, mareos, dolores, etcétera y causa que las personas que gozan de salud se enfermen también, si el enfermo no tuvo el cuidado de: por ejemplo:
 
  - a) *taparse la boca al estornudar*
  - b) *usar métodos anticonceptivos, lo cual provoca una cadena de infectados.**
3. *Desde mi punto de vista el sida es el que más problemas causa, éste podría evitarse si se pusiera un mayor*

*cuidado en las transfusiones sanguíneas, utilizar los diversos métodos anticonceptivos.*

El texto anterior se presenta dividido en sus componentes proposicionales.

	<b>Conectores y modificadores</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>Relaciones Lógicas</b>
p1	< La > el de la en todos sus le diversas	c1 : SALUD c2 : BIENESTAR c3 : PERSONA c4 : ASPECTOS c5 : ACTIVIDADES	r1 : es  r2 : y r3 : permite realizar
p2	< La >  al alguien las lo	: < SALUD >  c6 : ATENCIÓN  c7 : MANOS c8 : ADICTOS c9 : NEGATIVO c10 : HIELO	r4 : se puede conservar r5 : abrigándose r6 : poniendo  r7 : convivir r8 : con r9 : lavarse r10 : no ser r11 : a r12 : < y > r13 : no comiendo
p3	< La > el la	c11 : < ENFERMEDAD > c12 : DAÑO : SALUD	r14 : es r15 : a
p4	< La >  en la	: < ENFERMEDAD > c13 : MOLESTIA : PERSONA c14 : DIFERENTES REPRESENTACIONES c15 : FIEBRE c16 : MAREOS	r16 : provoca  r17 : con r18 : como r19 : pueden ser

		c17 : DOLORES	
p5	< La > que las que de también si el el	: < ENFERMEDAD > : PERSONAS  : SALUD : ENFERMO c18 : CUIDADO	r20 : causa  r21 : gozan r22 : se enfermen r23 : no tuvo
p6	< La >  la al	: < ENFERMEDAD >  c19 : BOCA	r24 : <se puede prevenir r25 : tapando  r26 : estornudar
p7	lo cual una de	c20 : MÉTODOS ANTICONCEPTIVOS  c21 : CADENA c22 : INFECTADOS	r27 : usar r28 : provoca
p8	El el que más Este  un mayor en las	c23 : SIDA c24 : PROBLEMAS : PROBLEMA  : CUIDADO c25 : TRANSFUSIONES SANGUÍNEAS	r29 : es r30 : causa r31 : podría evitarse r32 : si se pusiera
p9	< Otra > < de >	c26 : < FORMA >  : ENFERMEDAD  : MÉTODOS ANTICONCEPTIVOS	r33 : < prevenir > r34 : < es > r35 : utilizar

Su núcleo está formado por los siguientes conceptos:

Salud (en las proposiciones 1, 2, 3 y 5)

Enfermedad (en 3, 4, 5, 6 y 9)

Persona (en 1 y 5)

Cuidados (en 5 y 8)

Métodos anticonceptivos (en 7 y 9)

Total de núcleos conceptuales = 5

#### **6.14.1 Análisis de los componentes del discurso.**

La configuración temática de esta zona de conocimiento con base en esos conceptos y las relaciones lógicas que los conectan es:

La salud es el bienestar de la persona

La enfermedad causa que las personas que gozan de salud se enfermen si no se tuvieron los cuidados.

Una forma de prevenir la enfermedad es utilizar métodos anticonceptivos.

Desde el punto de vista de su estructura interna de carácter lógico, se puede ver que es fundamentalmente descriptiva (qué es la salud en p1 y p2), qué es la enfermedad (en p3, p4 y p5), cómo puede evitarse (en p6, p7 y p9) y ejemplificativo en (p8). Desde el punto de vista epistemológico se puede notar que al faltar el componente explicativo, ésta respuesta pierde solidez conceptual y epistemológica. Las definiciones de salud y enfermedad son redundantes “la salud es el bienestar de la persona. La enfermedad es el daño a la salud”.

#### **Análisis Proposicional del discurso de un estudiante del grupo “A”**

**Concepto : Salud (Fernández de Lara)**

#### **POSTEST**

1. *Es la buena condición física de toda persona, depende de su alimentación y cuidado físico, por lo cual es importante mantener una dieta balanceada, no excederse haciendo ejercicio. sin dejar de realizarlo.*

2. *Es la falta de salud en el individuo, algunas veces provoca que las personas se alejen de uno para no contagiarse y causa un malestar físico.*
3. *Sida, cáncer, diarrea, tos ferina, etcétera, se pueden evitar no exponiéndose a cambios bruscos de temperatura, no comer alimentos contaminados, tomando agua. En el caso del sida se puede evitar utilizando diferentes métodos anticonceptivos, no tener relaciones sexuales con varias parejas.*

El texto anterior dividido en sus componentes proposicionales es el siguientes:

	Conectores y modificadores	CONCEPTOS	Relaciones Lógicas
p1	La la buena de toda	c1 : SALUD c2 : CONDICION FÍSICA c3 : PERSONA	r1 : es
p2	La De su  una	:SALUD c4: ALIMENTACIÓN c5: CUIDADO FÍSICO c6: DIETA BALANCEADA  c7: EJERCICIO	r2 : depende r3 : y r4: mantener r5: no excederse r6: haciendo
p3	La la falta de en el	c8: ENFERMEDAD : SALUD c9: INDIVIDUO	r7 : es
p4	Algunas veces <la> Que las De uno  un	: <ENFERMEDAD> : PERSONAS  c10 : MALESTAR FÍSICO	r8: provoca r9: se alejen r10: para r11: no contagiarse r12: y r13: causar

p5	<Ejemplos de> el	: < ENFERMEDADES> c11: SIDA c12: CÁNCER c13: DIARREA c14: TOSFERINA	r14: <son>
p6	<Las>  de	: < ENFERMEDADES>  c15: CAMBIOS BRUSCOS c16: TEMPERATURA c17: ALIMENTOS CONTAMINADOS  c18: AGUA	r15: se pueden r16: evitar r17: no exponiéndose a  r18: no comer r19: tomando
p7	En el caso del  diferentes  con varias	: SIDA  c19: MÉTODOS ANTICONCEPTIVOS  c20: RELACIONES SEXUALES c21: PAREJAS	r20: se puede r21: evitar r22: utilizando r23: y r24: no tener

El mapa proposicional de este discurso se muestra en la figura 16 del anexo. Su núcleo está formado por los siguientes conceptos:

- Salud (en las proposiciones 1, 2 y 3)
- Persona (en las proposiciones 1 y 4)
- Enfermedades (en 4, 5 y 6)
- Sida (en 5 y 7)

Total de núcleos conceptuales = 4

Por lo tanto la configuración temática en esta zona de conocimiento, con base en esos conceptos y las relaciones lógicas que los conectan es:

- La salud es la buena condición física de toda persona.
- La enfermedad es la falta de salud
- Ejemplo de enfermedad: el sida

### El sida se puede evitar utilizando métodos anticonceptivos

Total de conceptos= 21

Total de relaciones lógicas = 24

Densidad = 0.875

En el pretest la alumna había definido la salud como el bienestar de la persona en todos sus aspectos y después de dos meses de estudiar el tema expresa en el postest que “la salud es la buena condición física de toda persona” lo cual empobrece su calidad conceptual, hay un decremento en la transformación conceptual, puesto que la salud de acuerdo a las exigencias epistemológicas señaladas en el capítulo 2, involucra a los aspectos mentales y psicológicos de la persona no sólo su condición física. Por lo que su respuesta en el postest resulta descriptiva pero con menor estructuración y precisión.

No todas las comparaciones entre las proposiciones de la estudiante dieron el anterior resultado. Por ejemplo, al comparar la proposición 9 del pretest con la 7 del postest, la estudiante, continúa expresando que el sida es una de las enfermedades “más problemáticas” y que “se puede prevenir utilizando métodos anticonceptivos” ahora en el postest aumenta que también se puede evitar “no teniendo relaciones sexuales con varias parejas”.

También aumenta el número de enfermedades (cáncer, diarrea, tos ferina). Sin embargo el resto del discurso es muy similar conceptualmente al pretest, aunque lo redacta de diferente manera.

#### **6.14.2 Análisis de correspondencia.**

Con la información ya organizada, se establece el análisis de correspondencia entre la respuesta de la alumna en el postest y el referente-criterio (discurso de la profesora) (ver figura 17).

*Correspondencia conceptual.* Ambos discursos contienen los siguientes componentes conceptuales.

*Salud, alimentación, enfermedad, individuo.*

El nivel de correspondencia conceptual en este caso se considera *idéntico*.

En otro momento la estudiante expresa que “*la salud depende de la alimentación y cuidado físico, mantener una dieta balanceada y no excederse haciendo ejercicio*”, mientras que en el discurso criterio se expresa: “*la salud se conserva con buena alimentación, con descanso, recreación y hábitos de higiene*”. Esta correspondencia conceptual se considera como equivalente.

Sobre el concepto de enfermedad la estudiante expresa: “*La enfermedad es la falta de salud en el individuo*”, mientras que la maestra enuncia: “*es un desequilibrio en el funcionamiento del individuo*”. Por lo tanto la correspondencia conceptual en este caso queda en un tercer nivel de acuerdo a la metodología empleada, de tipo alusivo.

Las demás proposiciones de la estudiante no muestran similitud con las de la profesora, es decir, no existe correspondencia conceptual. En el nivel ejemplificativo las enfermedades que son citadas por la profesora (varicela, sarampión, cólera, tuberculosis, diabetes e hipertensión) no son nombradas por la estudiante (sida, cáncer, diarrea, tos ferina). Aunque en ambos casos las respuestas son válidas.

*Correspondencia en relaciones lógicas.* Con base en la correspondencia conceptual identificada, se analiza a continuación la correspondencia en relaciones lógicas.

En las proposiciones 1 tanto del criterio como de la estudiante se afirma que la salud *es...* ambas utilizan la misma relación lógica, por lo que la correspondencia en este caso, es *idéntica*.

**Criterio:** <La salud> ...*es...* estado óptimo del funcionamiento de un organismo.

**Estudiante:** La salud .....*es.....*la buena condición física de toda persona.

En la proposiciones 3 tanto del criterio como de la estudiante se afirma que la enfermedad *es...* ambas utilizan la misma relación lógica, por lo que la correspondencia en este caso, también es *idéntica*.

**Criterio:** <La> enfermedad ...*es.....*un desequilibrio del funcionamiento de un individuo.

**Estudiante:** La enfermedad ...*es....*la falta de salud en el individuo.

El valor de la correspondencia relacional de esta alumna respecto del promedio del grupo fue: 0.571 sobre 0.502.

*Correspondencia con el núcleo conceptual.* El discurso de la estudiante contiene dos de los cuatro núcleos conceptuales del criterio: *salud y enfermedad*. Ambos conceptos en correspondencia idéntica.

El concepto *persona*, empleado por la estudiante presenta un significado *equivalente* al de *organismo* expresado en el discurso de la profesora. Es importante que la alumna lo haya mencionado ya que los conceptos nucleares son fundamentales es el conocimiento básico que se espera que aprenda, pues poseen un gran potencial lógico-semántico para futuros aprendizajes, especialmente de los temas relacionados con ellos.

En la correspondencia en el núcleo conceptual (c) la estudiante obtuvo un valor de (0.500) ligeramente menor que la del promedio (0.525), el 90% de los estudiantes investigados obtuvieron el mismo valor.

A continuación se analiza la organización lógico-conceptual de la estudiante para el tema de salud.

- 1) La organización lógico-conceptual de la estudiante (Fernández de Lara) resultó más completa que en los temas anteriores, pues contiene varios de los elementos fundamentales. Los conceptos y relaciones presentes se refieren a los siguientes componentes.
  - a. Denominativo. La estudiante en el pretest expresa que los conceptos de salud y enfermedad, que desde el punto de vista epistemológico es el adecuado.
  - b. Descriptivo. Cita cuáles son las acciones que las personas deben llevar a cabo para conservar la salud.
  - c. Explicativo. Este componente queda aceptable aunque no con la adecuada precisión y estructuración idónea, ya que trata de explicar las conductas que deben seguirse para prevenir un gran número de enfermedades.
  - d. Ejemplificativo. Este componente en el discurso de la estudiante es válido, hace énfasis en el sida y trata de exponer las formas de evitar la enfermedad.

- 2) La información en este caso fue *equivalente* con respecto al referente-criterio. Los conceptos empleados presentaron buena estructuración y presencia respecto de los conceptos fundamentales.

Podemos concluir que la estudiante para el concepto de salud presentó buena estructuración con un nivel regular de precisión. Construyó suficiente conocimiento científico adecuado al nivel educativo en que se encuentra.

En cuanto a la transformación conceptual, en este caso, a diferencia de los casos anteriores, no fue significativa, ya que como se mencionó anteriormente, el pretest fue a nivel de estructura interna mejor que el posttest, situación contraria a la que se esperaba.

### **6.15 Análisis grupal**

#### **6.15.1. Análisis epistemológico**

En general los discursos de los alumnos se ubican en los niveles ejemplificativo y descriptivo, sin ofrecer muchas explicaciones necesarias, lo cual demerita en alto grado el nivel de asimilación y aplicación del concepto, que al no poseerlo como señala David Ausubel, el sujeto no contará con los conceptos clave que sirven de anclaje para conectar nuevos conocimientos.

Cabe señalar que para este concepto (el último tema del programa escolar) se esperaba que los estudiantes presentaran una mayor transformación conceptual. Situación que no se presentó por las causas explicadas en los resultados de la estudiante analizada.

De acuerdo a los valores obtenidos demuestra, los estudiantes poseen varios elementos que les permiten conformar una estructura temática de mayor explicación sobre los conceptos involucrados. En este tema los alumnos respondieron con una gran cantidad de información en el pre-test que superó las respuestas dadas en el pos-test. Una explicación al respecto puede ser que la temática desarrollada, como las adicciones, entre las que se cuenta el tabaquismo, alcoholismo, drogadicción y sida, son tratadas en el quinto y sexto grados de primaria, por otra parte son temas que despiertan en mayor interés por parte de los alumnos en relación a otros temas como el relacionado con la anatomía y fisiología celular, aunado a la gran penetración de los medios de

comunicación como la radio y la televisión en los que se da gran información sobre estos temas.

### 6.15.2 Familias de proposiciones

**Concepto : Salud                  Grupo A                  vs                  Profesora**

**Pregunta No. 1 . ¿Qué es la salud y cómo podemos conservarla?**

**Respuesta criterio :** <La salud> es el estado óptimo del funcionamiento de un organismo. <La salud> se conserva con buena alimentación, descanso, recreación y hábitos de higiene.

#### **Respuestas de los estudiantes :**

1. <La salud es> conservar en buen estado todas las partes del cuerpo. Podemos conservar la <salud> haciendo ejercicio y alimentándonos de manera equilibrada.
2. Es el nivel que deben tener todos consta de buena cantidad de proteínas, minerales, lípidos, etc., y se conserva protegiéndonos de los virus.
3. Capacidad de un ser vivo para permanecer tanto física como mentalmente bien. Se puede conservar con el debido cuidado obedeciendo las indicaciones de un médico.
4. La salud es la capacidad que posee un ser vivo de que todo su organismo esté en buenas condiciones y funcione óptimamente. La podemos conservar si nuestra alimentación es balanceada y es de tres veces al día. También una forma adecuada de conservarla es haciendo ejercicio. Dormir bien porque gracias a esto, nuestro cuerpo descansa de todas las actividades que se realizaron durante el día.
5. Es la buena condición física de toda persona. Depende de su alimentación o cuidado físico, por lo cual es importante mantener una dieta balanceada, no excederse haciendo ejercicio, sin dejar de realizarlo, etcétera.
6. Es el bienestar de las personas para no tener enfermedades. La salud la podemos conservar teniendo higiene en todo lo que hacemos.
7. La salud es el bienestar mental y corporal. Para no sufrir enfermedades y las podemos conservar comiendo frutas y verduras. Lavarse las

- manos antes de comer y después de ir al baño. En tiempo de frío abrigarse bien para no enfermar.
8. Es el bienestar físico y mental, se conserva con medidas sencillas como no estar expuestos a cambios de corrientes, tomar jugos de frutas.
  9. Es el equilibrio de las funciones del cuerpo humano y se conserva mediante la higiene.
  10. Es como esté nuestro organismo y como se sienta. Se puede conservar haciendo ejercicio, no comiendo con altas calorías y tener una comida balanceada.

**Pregunta No. 2.** ¿Qué es la enfermedad y qué consecuencias individuales y sociales trae consigo?

**Respuesta criterio :** *La enfermedad <es un> desequilibrio del funcionamiento de un individuo causado por desórdenes en sus funciones o agresiones de otros organismos. Las consecuencias de las enfermedades son el deterioro de la salud y puede provocar muerte y socialmente se ve afectada la familia y las economías tanto del hogar como del país.*

1. <La> enfermedad es el deterioro de alguna parte del cuerpo causado por virus. <La enfermedad> trae consigo malas perspectivas y baja autoestima. Socialmente trae preocupaciones de cuales serán las causas de la misma.
2. Es lo contrario de salud una consecuencia es que tus defensas se agotan y puedes contagiar a los demás.
3. Es cualquier perjuicio sobre la salud rompiendo su estabilidad. Puede traer consigo traumas psicológicos, muerte, deficiencias, etcétera. Socialmente contrae el rechazo de una persona enferma o epidemias.
4. Es cuando un individuo padece una serie de síntomas o malestares provocados por un virus, microbio o anticuerpo, el cual se adentra al organismo y ataca las defensas como es el caso del sida. Las consecuencias individuales que puede traer la enfermedad es dejarlo mal psicológica o físicamente y las sociales que se puede transmitir de persona a persona según sea el caso.
5. Es la falta de salud en el individuo. Algunas veces provoca que las personas se alejen de uno para no contagiarse y causa un malestar físico.

6. Es cuando un persona no tiene buena salud. Las consecuencias que trae individuales es que nos sentimos mal y no tenemos ganas de hacer cosas, algunas de estas enfermedades se transmiten a otras personas.
7. Es decaer por algunos virus y nos puede hacer sentir mal y podemos contagiar a la demás gente.
8. El cuando algún cuerpo extraño está dentro de nosotros y produce estragos a nivel individual. Las consecuencias es que nuestro rendimiento es menor a nivel social. Tal vez se produzca rechazo.
9. Es el desequilibrio de las funciones y trae como consecuencia individual la baja autoestima y socialmente el rechazo social, así como el aislamiento provocado por la enfermedad.
10. Es cuando tenemos algún virus que hace que nos sintamos mal, provocando muchos malestares. Trae como consecuencia muchas muertes o casi la gente por morir.

**Pregunta No. 3.** Da ejemplos de enfermedades que provoquen mayores efectos nocivos a la salud ¿Cómo podrían evitarse ?

**Respuesta criterio :** < Las enfermedades que provocan mayores efectos nocivos > son las infectocontagiosas y degenerativas como varicela, sarampión, cólera, tuberculosis, diabetes e hipertensión.

**Respuestas de los alumnos en el postest.**

1. La drogadicción puede evitarse levantando la autoestima de los que la realizan. El sida puede evitarse tomando conciencia de lo que se hace.
2. Resfriado, tosferina, fiebre, etc., los cuales se evitan si uno se protege de los cambios de temperatura bruscos.
3. Pueden ser el cáncer, sida, enfermedades cerebrales. Se pueden evitar obedeciendo lo más importante de un médico y no exponerse. El sida es de los más peligrosos y se debe a la irresponsabilidad humana. Se puede evitar con preservativos, exámenes correspondientes.
4. El sida, el cáncer lo podemos evitar alejándonos un poco de esas personas, usar anticonceptivos y que no se use una jeringa 2 veces.
5. Sida, cáncer, diarrea, tosferina, etcétera. Se pueden evitar no exponiéndose a cambios bruscos de temperatura. No comer alimentos contaminados, tomando agua. En el caso del sida, se puede evitar utilizando diferentes métodos anticonceptivos. No teniendo relaciones sexuales con varias parejas.

6. Tos, gripa, catarro, en tiempo de invierno abrigándose y cuidarse de las corrientes de aire. No estar mucho tiempo junto a personas que tengan ciertas enfermedades.
7. Unos ejemplos son : gripa, cubriéndose en tiempo de frío. VIH, usando preservativos. Cólera, hirviendo el agua o agregándole cloro.
8. Una es el sida, antes el sarampión, viruela, etcétera. Estas se pueden evitar siguiendo las recomendaciones como el sida, no teniendo sexo, usando condón, evitar transfusiones de sangre sin saber si es sana. La viruela <se evita> estando lejos de la persona, no comer del mismo plato.
9. Las principales como siempre son el sida, el cólera, en nuestro país. Se previene por medio de reglas establecidas. No creo que no se tomen las precauciones por ignorancia, ya todos los sabemos.
10. Fumar, saliéndose a la calle sin abrigo en tiempo de frío o cuando llueve no comer la carne o mariscos crudos, lavarse las manos.

### ***6.15.3 Conocimiento científico de los estudiantes sin correspondencia con el referente criterio.***

Algunos estudiantes hicieron referencia a las biomoléculas (proteínas, grasas, carbohidratos) haciendo mención de lo que debe incluir una dieta balanceada.

Otros estudiantes hicieron alusión a los *traumas psicológicos* y a la *baja autoestima* como consecuencia de las enfermedades, *rechazo social por el contagio*, *bajo rendimiento laboral*, conceptos que la profesora del grupo no empleó en su discurso.

En el nivel ejemplificativo, los estudiantes sobrepasaron la información establecida en el criterio, expresaron conocimiento científico sobre enfermedades tales como: sida, tos ferina, cáncer, gripe, viruela, las cuales no fueron mencionadas por la profesora.

Tampoco se expresó en el discurso de la profesora información sobre las adicciones (tabaquismo, alcoholismo y drogadicción), en tanto que varios de los estudiantes si hablaron y en abundancia sobre estos temas.

#### 6.15.4 Análisis cuantitativo

El discurso criterio para el grupo "A" contiene 5 proposiciones, con 31 conceptos y 19 relaciones lógicas. La respuesta de la estudiante analizada presenta 7 proposiciones con 21 conceptos y 24 relaciones lógicas. Con este contenido se refiere en forma *idéntica* a 3, a uno en *equivalencia* y a uno en forma *alusiva* de los 31 conceptos requeridos en el criterio (figura 13). Esos 5 conceptos en total se conectan con 4 de las 7 relaciones requeridas en la zona de correspondencia. Los cálculos de correspondencia conceptual y relacional muestran que  $cc = 5 / 31 = 0.161$ , y  $cr = 4 / 7 = 0.571$ , respectivamente, por lo que el índice de correspondencia lógico-conceptual es  $q = cc \times cr = 0.161 \times 0.571 = 0.091$  (equivalente al 4.55 % de la calidad lógico-conceptual esperada). Como la correspondencia con el núcleo es  $c = 0.500$ , el índice de calidad de la correspondencia es  $q_{corr} = (cc \times cr + c) = (q + c) = 0.091 + 0.500 = 0.591$  (equivalente al 29.55 % de la calidad de la correspondencia esperada ya que  $2 \geq q \geq 0$ ). De acuerdo con las hipótesis planteadas, la estudiante asimiló la séptima parte de los conceptos requeridos conectados mediante relaciones que en proporción (0.571) no superan la hipótesis planteada = 0.600, aunque cabe destacar que fueron los valores más altos alcanzados en este examen con respecto a los estudiantes investigados.

De acuerdo con los rangos de valores definidos anteriormente para la clasificación de las organizaciones conceptuales  $cc$  corresponden al marco referencial,  $cr$  al marco conceptual y  $c$  al marco referencial. Con base en los criterios de clasificación cuando no todos los valores corresponden a un mismo tipo de marco u organización conceptual (Campos y Gaspar, 1996<sup>a</sup>) la correspondencia a esta estructura de conocimiento producida por la estudiante analizada, es de tipo de *marco referencial*. Se trata, por lo tanto, de una organización conceptual regular, que logra equilibrar una regular correspondencia conceptual y relacional con regular correspondencia en el núcleo).

Estos valores son sustancialmente mejores al análisis respecto del total temático expuesto en clase y, coincidiendo con el cualitativo muestran efectivamente que la estudiante logró captar los aspectos fundamentales.

TABLA 7

**VALORES DE LOS COMPONENTES DE LA ORGANIZACIÓN CONCEPTUAL  
GRUPO A .                    PRETEST                    CONCEPTO : SALUD**

Alumnos	Concep	Rel. Lóg.	Dens	CC	Cr	C	q
1) Arellano	29	37	0.975	0.290	0.666	0.500	0.193
2) Arredondo	17	22	0.772	0.258	0.666	0.500	0.171
3) Cano Váz.	20	25	0.800	0.258	0.733	0.500	0.189
4) De León	26	31	0.838	0.193	0.571	0.500	0.110
5) Fer. De La.	26	29	0.896	0.117	0.600	0.400	0.070
6) F. Islas	21	19	1.105	0.236	0.550	0.500	0.129
7) Ibáñez	30	37	0.810	0.225	1.000	0.500	0.225
8) Rodríguez	20	18	1.111	0.225	0.545	0.500	0.122
9) Rossette	19	14	1.357	0.161	0.333	0.500	0.053
10) Vega G.	20	31	0.645	0.322	0.454	0.750	0.146
Promedio	21.6	25.4	0.914	0.274	0.606	0.515	0.139

*Clave: Concep = núm de conceptos; Rel. Lóg. = núm de relaciones lógicas; Dens = densidad; CC = correspondencia conceptual; Cr = correspondencia en relaciones lógicas; C = correspondencia con el núcleo conceptual; q = calidad lógico-conceptual.*

TABLA 8

**VALORES DE LOS COMPONENTES DE LA ORGANIZACIÓN CONCEPTUAL  
GRUPO A . POSTEST CONCEPTO : SALUD**

Alumnos	Concep	Rel. Lóg.	Dens	CC	Cr	C	q
1) Arellano	21	17	1.235	0.258	0.500	0.750	0.129
2) Arredondo	20	13	1.538	0.161	0.555	0.500	0.089
3) Cano Vaz.	31	20	1.550	0.290	0.600	0.500	0.174
4) De León	31	34	0.911	0.419	0.500	0.500	0.245
5) Fer. De La.	21	24	0.875	0.161	0.571	0.500	0.091
6) F. Islas	17	20	0.850	0.225	0.615	0.500	0.138
7) Ibáñez	18	8	2.25	0.258	0.500	0.500	0.129
8) Rodríguez	29	23	1.260	0.225	0.400	0.500	0.090
9) Rossette	19	15	0.800	0.258	0.333	0.500	0.085
10) Vega G.	16	21	0.761	0.322	0.454	0.500	0.146
Promedio	22.3	19.5	1.203	0.257	0.502	0.525	0.131

*Clave: Concep = núm de conceptos; Rel. Lóg. = núm de relaciones lógicas; Dens = densidad; CC = correspondencia conceptual; Cr = correspondencia en relaciones lógicas; C = correspondencia con el núcleo conceptual; q = calidad lógico-conceptual.*

*Análisis agregado de las respuestas de los estudiantes.* Las tablas 7 y 8 muestran los resultados del pre y post-test del grupo "A" en lo que se refiere a número de conceptos y relaciones utilizados, el valor de densidad y los de los índices de correspondencia.

Se puede notar que de un promedio de 21.6 conceptos en el pretest, se pasó a uno de 22.2, es decir, 51.38 % más de información conceptual después de dos meses de haber estudiado el tema.

Respecto a la correspondencia conceptual, el promedio del pretest del grupo fue de 0.274 y en el posttest de 0.257. Es decir, se produjo 46.89%, menos de la mitad de conceptos en correspondencia tras abordar el tema.

La correspondencia conceptual fue estructurada con un promedio de la correspondencia relacional igual a 0.606 en el pretest y con uno de 0.502 en el posttest. Mayor en el primero que en el segundo.

Ver gráfica de la figura 3

## VII. EL CASO DEL GRUPO B

El motivo por el cual se eligió otro grupo para la investigación fue la de contrastar los resultados obtenidos en el grupo "A", investigar si otros alumnos con distintos profesores producían conocimiento diferente en sus discursos y por lo tanto si su organización lógico-conceptual era distinta. Sin embargo los resultados obtenidos en el grupo "B" fueron muy similares a los del grupo "A", por consiguiente sólo se muestran las respuestas de los profesores, el análisis del discurso de una estudiante, seleccionada por haber obtenido los valores más cercanos al promedio, las tablas con los valores de diez alumnos que estuvieron presentes durante el total de los exámenes aplicados y las gráficas correspondientes para establecer la comparación de los valores finales entre un grupo y otro. La metodología empleada para la construcción de los mapas proposicionales y de correspondencia fue exactamente la misma que para el análisis del grupo "A", razón por lo que se omiten.

### EVOLUCIÓN

#### 7.1 La respuesta criterio

***Discurso de la profesora del grupo "B" (respuesta criterio) en torno al tema de evolución.***

Preguntas a las que dio respuesta.

1. ¿Qué entiendes por teoría sintética de la evolución?
2. De acuerdo con la definición anterior, explica por qué se da la evolución en las especies.
3. Menciona un ejemplo para explicar el proceso evolutivo.

Las respuestas del profesor del grupo "B" a las preguntas anteriores, fueron las siguientes, de las cuales se obtuvo el *mapa proposicional criterio*.

*1. " La teoría sintética de la evolución o neodarwinism , establece que la evolución de los seres vivos se debe básicamente a dos procesos. Un proceso es la variabilidad de las especies, la cual se debe a cambios en el material genético por la recombinación genética y las mutaciones. El*

*otro proceso es la selección natural que es la fuerza directriz de la evolución. La evolución sobre la cual actúa la variabilidad va permitiendo que unos organismos sobrevivan y otros se extingan. La evolución se da a través de cambios lentos y graduales. Un ejemplo de evolución fue la polilla moteada de la cual había dos variedades: la polilla parda clara y la polilla oscura. Debido a cambios en el ambiente como el hollín que desprendían las fábricas, la polilla oscura pasó desapercibida por los depredadores y sobrevivió, mientras que la polilla parda clara fue extinguida por ellos”.*

A continuación se analiza el discurso del profesor que estuvo a cargo del grupo “B” durante el ciclo escolar (1996-1997).

### ***Análisis Proposicional del discurso del profesor del grupo B***

<b>CONECTORES Y MODIFICADORES</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>RELACIONES LÓGICAS</b>
P1		
La	C1 : T. S. de la EVOLUCIÓN	R1 : o
que la	C2 : NEODARWINISMO	R2 : establece
de los	C3 : EVOLUCIÓN	R3 : se debe
básicamente	C4 : SERES VIVOS	R4 : a
dos	C5 : PROCESOS	
P2		
Un	: PROCESO	R5 : es
la	C6 : VARIABILIDAD	
de las	C7 : ESPECIES	R6 : se debe a
la cual	C8 : CAMBIOS	R7 : en
el	C9 : MATERIAL GENÉTICO	R8 : por
la	C10 : RECOMBINACIÓN GENÉTICA	R9 : y
las	C11 : MUTACIONES	
P3		
El otro	: PROCESO	R10 : es
la	C12 : SELECCIÓN NATURAL	
que	C13 : FUERZA DIRECTRIZ	R11 : es
la	: EVOLUCIÓN	
de la		

P4	La	: EVOLUCIÓN	R12 : actúa
	sobre la cual		R13 : va
	la	: VARIABILIDAD	R14 : permitiendo
	que unos	C14 : ORGANISMOS	R15 : sobrevivan
	otros		R16 : y
			R17 : se extingan
P5	La	: EVOLUCIÓN	18 : se da
	a través de	: CAMBIOS	
		C15 : LENTOS	R19 : y
		C16 : GRADUALES	
P6	Un ejemplo de	: EVOLUCION	R20 : fue
	la	C17 : POLILLA MOTEADA	
	de la cual		R21 : habia
	dos	C18 : VARIEDADES	
	la	C19 : <POLILLA> PARDA CLARA	R22 : y
	la	C20 : <POLILLA> OSCURA	
P7			R23 : Debido a
		: CAMBIOS	R24 : en el
		C21 : AMBIENTE	
			R25 : como
	el	C22 : HOLLÍN	
	que		R26 : desprendian
	las	C23 : FÁBRICAS	
	la	: POLILLA OSCURA	R27 : pasó desapercibida
			R28 : por
	los	C24 : DEPREDADORES	R29 : y
			R30 : sobrevivió
	mientras que	: POLILLA PARDA CLARA	R31 : fue extinguida
			R32 : por
		: ELLOS < DEPREDADORES >	

Total de conceptos = 24

Total de relaciones lógicas = 32

Densidad = 0.750

Los núcleos conceptuales fueron :

Proceso (en las proposiciones 1, 2 y 3)

Evolución (en 1, 4, 5 y 6)

Variabilidad (en 2 y 4)

Cambios (en 2, 5 y 7)

Polilla oscura (en 6 y 7)

Polilla parda clara (en 6 y 7)

Total de núcleos conceptuales = 6

El discurso del profesor del grupo "B" no presentó errores conceptuales, por lo que no hubo necesidad de realizar la correspondencia de los alumnos de este grupo con la del experto. Sus respuestas se emplearon para elaborar el *mapa criterio* del grupo "B".

El profesor del grupo "B" emplea los conceptos de material genético, recombinación genética y mutación. Estos subtemas se presentan hasta la quinta unidad de primero y la segunda de segundo grado, respectivamente. Sin embargo ninguno de los alumnos los mencionó.

El ejemplo de las polillas, lo explica en una forma muy sintética y tampoco ningún estudiante lo empleo para ejemplificar el proceso de evolución.

### ***7.2 Análisis de la respuesta de un estudiante***

De acuerdo a los resultados obtenidos en los promedio, la alumna Gutiérrez García Wendy se acercó más a la media, motivo por el cual se seleccionó para analizar sus discursos en cada uno de los conceptos.

Para el tema de evolución el análisis proposicional fue el que se muestra a continuación.

**Análisis Proposicional de Gutiérrez García Wendy del grupo B**  
**Concepto : Evolución. (postest).**

CONECTORES Y MODIFICADORES	CONCEPTOS	RELACIONES LÓGICAS
<b>P1</b>		
La	c 1 : EVOLUCIÓN	r1 : se fue dando
	c 2 : ETAPAS	r2 : por
<b>P2</b>		
Porque de acuerdo a	: <EVOLUCIÓN >	r3 : como
el	c3 : TIEMPO	r4 : vaya pasando
el	c4 : HOMBRE	r5 : va cambiando
	c5 : NUEVOS CONOCIMIENTOS	r6 : y
		r7 : va adquiriendo
<b>P3</b>		
Un ejemplo es el de	c6 : LAMARK	r8 : des-
el de la	c7 : JIRAFÁ	r9 : decía
que	c8 : CUELLO	r10 : tenía
el	c9 : CHICO	
más		r11 : como
pero		r12 : no alcanzaba
las	c10 : HOJAS	
de los	c11 : ARBOLES	r13 : se fueron estirando
el	: CUELLO	r14 : hasta...tuvieron
tan grande		r15 : y
esa	: LENGUA	
de un	: METRO	

### **7.2.1 Análisis de los componentes del discurso.**

Total de conceptos = 13

Total de relaciones = 15

Densidad = 0.866

Los núcleos conceptuales fueron :

    Evolución ( en las proposiciones 1 y 2 )

    Cambio *como concepto equivalente* (en las proposiciones 2 y 3).

Como puede observarse la alumna sólo expresa que la evolución se da por etapas y el hombre a través de la evolución va cambiando.

Para ejemplificar la Teoría Sintética de la Evolución da el ejemplo de Lamarck, afirmando erróneamente que el cuello y la lengua de un metro le crecieron debido a su ejercitación y esas características las heredaron.

Las respuestas de esta estudiante son muy similares a las de los estudiantes investigados.

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos en el grupo "B".

TABLA 9

**VALORES DE LOS COMPONENTES DE LA ORGANIZACIÓN CONCEPTUAL  
GRUPO B. POSTEST CONCEPTO. EVOLUCIÓN**

Alumnos	Concep	Rel. Lóg.	Dens	CC	Cr	C	q
1) Alvarado	26	40	0.650	0.208	0.666	0.166	0.138
2) Camaño	13	11	1.181	0.125	0.500	0.166	0.062
3) García V.	8	12	0.666	0.125	0.571	0.166	0.071
4) Godínez	17	12	1.416	0.166	0.333	0.333	0.055
5) Gutiérrez	13	15	0.866	0.125	0.500	0.333	0.062
6) Heredia	10	7	1.428	0.166	0.666	0.166	0.110
7) Hernández	8	16	0.500	0.166	0.777	0.166	0.128
8) Lope León	15	9	1.666	0.291	0.571	0.333	0.166
9) Lujano Ada	8	17	0.823	0.208	0.714	0.333	0.148
10) Mata Gar	10	15	0.666	0.250	0.285	0.333	0.071
Promedio	12.8	15.4	0.986	0.183	0.558	0.249	0.101

*Clave: Concep = núm de conceptos; Rel. Lóg. = núm de relaciones lógicas; Dens = densidad; CC = correspondencia conceptual; Cr = correspondencia en relaciones lógicas; C = correspondencia con el núcleo conceptual; q = calidad lógico-conceptual.*

Los valores promedio de los alumnos del grupo "A", como pueden observarse en la tabla 1 son muy similares a los del grupo "B". Se realiza una comparación cuantitativa que se muestra gráficamente en la figura 4.

## GENÉTICA

### 7.3 La respuesta criterio

#### *Análisis del discurso sobre el concepto de genética. Grupo "B"*

#### *Análisis Proposicional CRITERIO del profesor.*

CONECTORES Y MODIFICADORES	CONCEPTOS	RELACIONES LÓGICAS
P1 La la de la que los	C1 : GENÉTICA C2 : RAMA C3 : BIOLOGÍA C4 : FENÓMENOS HEREDITARIOS.	R1 : es  R2 : estudia
P2 La de la que los dos	C5 : LEY C6 : SEGREGACIÓN C7 : CARACTERES C8 : UNIDADES HEREDITARIAS C9 : GENES	R3 : dice R4 : están controlados por R5 : ó
cada uno de los cuales de uno de los	C10 : PADRES	R6 : proviene
P3 La de la que los de dos más a los en unos de otros	: LEY C11: DISTRIBUCIÓN INDEPENDIENTE : GENES : CARACTERES C12 : DESCENDIENTES C13 : FORMA INDEPENDIENTE C14 : NUEVAS VARIEDADES	R7 : explica  R8 : ó R9 : se transmiten R10 : distribuyéndose R11 : surgiendo así
P4 La las	: GENÉTICA C15 : IMPORTANTE C16 : ENFERMEDADES GENÉTICAS	R12 : es R13 : para conocer R14 : y R15 : desarrollar

la	C17 : INGENIERÍA GENÉTICA C18 : MEJORES ALIMENTOS	R16 : para producir
así		R17 : como
la	C19 : CLONACIÓN	
de	C20 : ORGANISMOS C21 : NUEVAS ESPECIES	R18 : para generar

Número de conceptos : 21

Número de relaciones lógicas : 18

Densidad  $D = 1.166$

Número de núcleos conceptuales : 4

- Ley (En las proposiciones 2 y 3)
- Caracteres (En las proposiciones 2 y 3)
- Genes (En las proposiciones 2 y 3)
- Genética (En las proposiciones 1 y 4).

Como puede observarse las respuestas para este tema al igual que las de la profesora del grupo "A" fueron muy limitadas, se dejaron fueran varios conceptos "clave" que es importante tratar para este tema. Por ejemplo: biomolécula, ADN, ARN, nucleótido, cromosoma, alelo, fenotipo, genotipo, dominancia y recesividad, para poder construir la configuración temática mínima para este tema. Sin embargo este profesor a diferencia de la profesora del grupo "A" si expresó correctamente las Leyes de Mendel (Primera ley o de la segregación y la Segunda ley o de la distribución independiente).

#### **7.4 Análisis de la respuesta de un estudiante**

**Análisis proposicional del concepto de genética. Grupo "B".**

#### **POSTEST**

<b>CONECTORES Y MODIFICADORES</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>RELACIONES LÓGICAS</b>
P1 <La>	c:1 GENÉTICA	r1 : estudia

las	c:2 TRANSMISIONES	r2 : Y
los	c :3 PARENTESCOS	r3 : entre
los	c :4 PADRES	r4 : y
los	c :5 HIJOS	
<b>P2</b>		
Gracias a la	: GENÉTICA	
ahora		r5 : podemos
		r6 : saber
que	c6 : TIPO DE SANGRE	r7 : somos
		r8 : y
los	c7 : RASGOS DE LA CARA	

Total de conceptos = 7

Total de relaciones = 8

Densidad =  $C/R = 0.875$

Número de núcleos conceptuales = 1

Genética (En las proposiciones 1 y 2)

Como puede detectarse la alumna mencionó la importancia del estudio de la genética para determinar el tipo de sangre y los rasgos de la cara y la transmisión de parentescos de padres a hijos. Lo cual es un indicador de que las concepciones sobre genética son muy vagas, muy similares a las que el estudiante posee al ingresar a la escuela secundaria.

A continuación se muestran los resultados de diez de los estudiantes investigados sobre el concepto de genética, puede comprobarse que los resultados de la estudiante analizada son los más cercanos al promedio.

TABLA 10

VALORES DE LOS COMPONENTES DE LA ORGANIZACIÓN CONCEPTUAL  
GRUPO "B" POSTEST CONCEPTO. GENÉTICA

Alumnos	Concep	Rel. Lóg.	Dens	CC	Cr	C	q
1) Alvarado	4	4	1.000	0.190	0.444	0.250	0.084
2) Camaño	9	8	1.125	0.190	0.333	0.250	0.063
3) García V.	6	7	0.857	0.142	0.666	0.250	0.094
4) Godínez	11	7	1.571	0.238	0.625	0.250	0.148
5) Gutiérrez	7	8	0.875	0.142	0.666	0.250	0.094
6) Heredia	6	8	0.750	0.142	0.444	0.250	0.063
7) Hernández	6	7	0.857	0.190	0.428	0.250	0.081
8) Lope León	10	7	1.428	0.333	0.428	0.250	0.142
9) Lujano Ada	10	9	1.111	0.333	0.466	0.500	0.155
10) Mata Gar	7	8	0.857	0.190	0.333	0.250	0.063
Promedio	6.9	7.3	1.043	0.209	0.483	0.275	0.098

*Clave:* *Concep* = núm de conceptos; *Rel. Lóg.* = núm de relaciones lógicas; *Dens* = densidad; *CC* = correspondencia conceptual; *Cr* = correspondencia en relaciones lógicas; *C* = correspondencia con el núcleo conceptual; *q* = calidad lógico-conceptual.

Los valores promedio de los alumnos del grupo "A", como pueden observarse en la tabla 2 son muy similares a los del grupo "B". Se realiza una comparación cuantitativa que se muestra gráficamente en la figura 5.

## BIOMOLÉCULAS

### 7.5 La respuesta criterio

#### *Análisis del discurso sobre el concepto de biomoléculas. Grupo "B"*

El tema de biomoléculas forma parte del segundo curso de biología en la escuela secundaria, por lo que los alumnos ya en segundo grado, estuvieron atendidos en la materia por otro profesor.

#### *Análisis proposicional (criterio) de una profesora del grupo "B"*

Conectores y modificadores	CONCEPTOS	Relaciones Lógicas
P1		
Los	C1: SERES VIVOS	R1: están formados
		R2: por
de gran	C2: MOLÉCULAS ORGÁNICAS	
	C3: TAMAÑO	R3: <llamadas>
	C4: BIOMOLÉCULAS	
P2		
Las	: BIOMOLÉCULAS	R4: son
los	C5: CARBOHIDRATOS	R5: ó
	C6: AZÚCARES,	
	C7: LÍPIDOS	R6: ó
	C8: GRASAS	
	C9: PROTEÍNAS	R7: y
	C10: ACIDOS NUCLEICOS	
P3		
Las	: BIOMOLÉCULAS	R8: están constituidas
por	C11: BIOELEMENTOS	
los más importantes		R9: son
	C12: CARBONO (C)	
	C13: HIDRÓGENO (H)	
	C14: OXÍGENO (O)	
	C15: NITRÓGENO (N)	
	C16: AZUFRE (S)	R10: y
	C17: FÓSFORO (P)	

P4	Los	: CARBOHIDRATOS	R11: aportan
	a los	C18 : ENERGÍA	
		: SERES VIVOS	
P5	Los	: LÍPIDOS	R12: forman
	parte de		
	las	C19 : MEMBRANAS CELULARES	R13 : y
			R14 :se requieren
			R15 : como
	de	C20 : RESERVAS	
		:ENERGÍA	R16 : y
			R17 : funcionan
			R18 : como
		C21 : AISLANTES TÉRMICOS	
P6	Las	: PROTEÍNAS	R19 :están formadas
			R20 : por
	los cuales	C22 : AMINOÁCIDOS	
			R21 : se unen
			R22 : formando
	de cien	C23 : MACROMOLÉCULAS	
	a trescientas	: MOLÉCULAS	
P7	Las	: PROTEÍNAS	R23 : intervienen
	principalmente en	C24 : FUNCIONES	
	de	C25 : CRECIMIENTO	R24 : y
		C26 : MANTENIMIENTO	
	de	C27 : TEJIDOS	R25 : y
		C28 : ÓRGANOS	
P8	Las	: PROTEÍNAS	
	en su	C29 : FORMA	
	de	C30 : ENZIMA	R26 : acelera
	las	C31 : REACCIONES QUÍMICAS	
P9	Los	: ACIDOS NUCLEICOS	R27 : están formados
			R28 : por

que a su vez	C32 : POLINUCLEÓTIDOS	R29 : están formados
		R30 : por
	C33 : BASE NITROGENADA	
	C34 : AZÚCAR	R31 : y
	C35 : ÁCIDO FOSFÓRICO	
P10		
Existen	C36 : TIPOS	
dos	: ÁCIDOS NUCLEICOS	
de	C37 : ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO	R32 : ó
el	C38 : ADN	R33 : y
	C39 : ÁCIDO RIBONUCLEICO	R34 : ó
el	C40 : ARN	
P11		
El	: ADN	R35 : guarda
la	C41 : INFORMACIÓN HEREDITARIA	R35 : y
el	: ARN	R36 : intervienen
la	C42 : FORMACIÓN	
de	: PROTEÍNAS	
necesarias		R37 : para
la	C43 : CÉLULA.	

Total de conceptos = 43

Total de Relaciones lógicas = 37

Densidad = 1.162

Número de núcleos conceptuales: 9

- Biomoléculas (En las proposiciones 1, 2 y 3)
- Carbohidratos (En las proposiciones 2 y 4 )
- Lípidos (En las proposiciones 2 y 5)
- Proteínas (En las proposiciones 2, 6, 7 y 11)
- Acidos Nucleicos (En las proposiciones 2, 9 y 10)
- Seres vivos (En las proposiciones 1 y 4)
- Energía (En las proposiciones 4 y 5)
- ADN (En las proposiciones 10 y 11)
- ARN (En las proposiciones 10 y 11)

El discurso aunque muy sintético no presenta errores conceptuales, se circunscribe a dar definiciones muy concretas, por lo que el discurso cae en el nivel descriptivo. La información no da respuesta al 100% de las preguntas, especialmente en lo relacionado con la diferenciación entre polímero y biomolécula.

### 7.6 Análisis de la respuesta de un estudiante.

#### Análisis Proposicional de Gutiérrez García Wendy del grupo "B" Concepto : biomoléculas

#### PRETEST

	Conectores y modificadores	CONCEPTOS	Relaciones Lógicas
p1	<La> una que al que de ellos la	c1 : < BIOMOLÉCULA > c2 : PARTE MICROSCÓPICA c3 : SER HUMANO c4 : CÉLULA	r1 : es r2 : constituye r3 : se forma
p2	<Las>  dos que antes	: BIOMOLÉCULAS  c5 : MOLÉCULAS c6 : ATOMOS	r4 : están constituidas r5 : por r6 : y r7 : fueron
p3	<Las>  en	: <BIOMOLÉCULAS>  c7 : PROTEÍNAS	r8 : se clasifican
p4	Los  su lo  las	c8 : POLÍMEROS c9 : SINTÉTICOS c10 : NOMBRE  : BIOMOLÉCULAS : < SINTÉTICAS >	r9 : son r10 : como  r11 : dice r12 : y r13 : no <son>

Total de conceptos = 10

Total de relaciones lógicas = 13

Densidad =  $10 / 13 = 0.769$

Número de núcleos conceptuales: 1

**Biomolécula (En las proposiciones 1, 2, 3 y 4)**

Se detectan varios errores conceptuales, la alumna explica el concepto de biomolécula, exclusivamente como que están formadas de moléculas y éstas a su vez evolucionaron porque anteriormente fueron átomos.

Sólo recuerda un sólo tipo de biomoléculas que son las proteínas.

Sobre la diferencia entre polímero y biomolécula únicamente da una explicación muy somera de que el primero es sintético y la biomolécula no.

En la tabla siguiente se observan los valores obtenidos por los estudiantes y se detecta que los valores del discurso de la alumna se encuentran muy cercanos a los del promedio.

Produce menor cantidad de conceptos que la estudiante del grupo "A". Sólo emplea un núcleo conceptual, mientras que la otra alumna utiliza 5 conceptos nucleares. Aunque hay que considerar que este es un pretest.

TABLA 11

VALORES DE LOS COMPONENTES DE LA ORGANIZACIÓN CONCEPTUAL  
GRUPO B PRETEST CONCEPTO. BIOMOLÉCULAS

Alumnos	Concep	Rel. Lóg.	Dens	CC	Cr	C	q
1) Alvarado	9	14	0.642	0.133	0.750	0.333	0.099
2) Camaño	11	7	1.571	0.133	0.466	0.333	0.061
3) García V.	11	13	0.846	0.111	0.700	0.111	0.077
4) Godínez	17	21	0.809	0.200	0.666	0.555	0.133
5) Gutiérrez	10	13	0.769	0.155	0.473	0.222	0.073
6) Heredia	6	6	1.000	0.111	0.600	0.222	0.066
7) Hernández	3	10	0.300	0.066	0.750	0.111	0.049
8) Lope León	8	12	0.666	0.088	0.500	0.111	0.044
9) Lujano Ada	6	12	0.500	0.088	0.500	0.111	0.044
10) Mata Gar	21	23	0.913	0.244	0.687	1.000	0.167
Promedio	10.2	13.1	0.801	0.132	0.501	0.310	0.081

*Clave:* *Concep* = núm de conceptos; *Rel. Lóg.* = núm de relaciones lógicas; *Dens* = densidad; *CC* = correspondencia conceptual; *Cr* = correspondencia en relaciones lógicas; *C* = correspondencia con el núcleo conceptual; *q* = calidad lógico-conceptual.

Los valores promedio de los alumnos del grupo "A", como pueden observarse en la tabla 3 son un poco más altos que los del grupo "B". Se realiza una comparación cuantitativa que se muestra gráficamente en la figura 6.

**Análisis Proposicional de Gutiérrez García Wendy del grupo "B"**  
**Concepto : biomoléculas (postest).**

	<b>Conectores y modificadores</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>Relaciones Lógicas</b>
<b>p1</b>	<Las>  muy	c1 : <BIOMOLÉCULAS> c2 : CARBOHIDRATOS c3 : PROTEÍNAS c4 : PEQUEÑAS	r1 : son r2 : y
<b>P2</b>	<Las>  dos	: <BIOMOLÉCULAS>  c5 : MOLÉCULAS	r3 : están constituidas r4 : por
<b>P3</b>	<Los > de	c6 : PRINCIPALES GRUPOS : < BIOMOLÉCULAS> : CARBOHIDRATOS : PROTEÍNAS c7 : MINERALES c8 : LÍPIDOS c9 : ÁCIDOS NUCLEICOS	r5 : son  r6 : y

Total de conceptos = 9

Total de relaciones lógicas = 6

Densidad =  $C / R = 1.500$

Número de núcleos conceptuales: 3

Biomoléculas (En las proposiciones 1, 2 y 3)

Carbohidratos (En las proposiciones 1 y 3)

Proteínas (En las proposiciones 1 y 3).

Como se observa, la estudiante incluye ya a otros tipos de biomoléculas como son los carbohidratos, lípidos y los ácidos nucleicos, además de los carbohidratos. Sin embargo incluye a los minerales como biomoléculas, lo que demuestra que no tiene claro el concepto de biomolécula.

Con respecto a la estudiante del grupo "A" no menciona a los bioelementos, ni da contestación a la pregunta 4 sobre la diferencia entre polímeros y biomoléculas.

**TABLA 12**

**VALORES DE LOS COMPONENTES DE LA ORGANIZACIÓN CONCEPTUAL  
GRUPO B POSTEST CONCEPTO. BIOMOLÉCULAS**

Alumnos	Concep	Rel. Lóg.	Dens	CC	Cr	C	q
1) Alvarado	22	23	0.958	0.160	0.750	0.388	0.120
2) Camaño	28	36	0.777	0.161	0.629	0.500	0.101
3) García V.	16	13	1.230	0.146	0.733	0.142	0.107
4) Godínez	18	17	1.058	0.121	0.692	0.428	0.083
5) Gutiérrez	13	11	1.181	0.173	0.636	0.214	0.046
6) Heredia	10	9	1.111	0.085	0.750	0.142	0.063
7) Hernández	3	10	0.300	0.066	0.750	0.111	0.049
8) Lope León	16	10	1.600	0.121	0.642	0.214	0.077
9) Lujano Ada	17	11	1.545	0.121	0.700	0.428	0.084
10) Mata Gar	31	20	1.550	0.292	0.631	0.214	0.053
Promedio	17.4	16.0	1.131	1.346	0.691	0.278	0.078

*Clave:* *Concep* = núm de conceptos; *Rel. Lóg.* = núm de relaciones lógicas; *Dens* = densidad; *CC* = correspondencia conceptual; *Cr* = correspondencia en relaciones lógicas; *C* = correspondencia con el núcleo conceptual; *q* = calidad lógico-conceptual.

Los valores promedio de los alumnos del grupo "A", como pueden observarse en la tabla 4, a diferencia del caso del pretest, ahora son un poco más bajos que los del grupo "B". Es decir que hubo mayor transformación conceptual en el grupo "B" que en el grupo "A". La gráfica se observa en la figura 7.

## CÉLULA

### 7.7 La respuesta criterio

#### *Análisis del discurso sobre el concepto de célula. Grupo "B"*

El tema de célula de acuerdo a los programas se debe abordar durante un bimestre (segunda unidad de segundo grado). Es importante asentar que en el segundo grado los docentes sólo cuentan con dos horas a la semana para esta asignatura.

#### *Análisis proposicional (criterio) de la profesora del grupo "B"*

Conectores y modificadores	CONCEPTOS	Relaciones Lógicas
P1		
Los de la le	C1 : POSTULADOS C2 : TEORÍA CELULAR  C3 : SCHLEIDEN C4 : SCHWANN	R1 : se R2 : atribuyen a.. R3 : y
P2		
La que todos los una más	: TEORÍA CELULAR C5 : SERES VIVOS  C6 : CÉLULAS	R4 : sostiene R5 : están formados R6 : por
P3		
Las de otras una de los	: CÉLULAS : CÉLULAS C7 : UNIDAD DE FUNCIONAMIENTO : SERES VIVOS	R7 : provienen
P4		
En los cada un	C8 : VEGETALES : CÉLULA C9 : NÚCLEO	R8 : contiene R9 : y

varios	C10 : ORGANELOS ESPECIALIZADOS	R10 : rodeados R11 : por R12 : y R13 : como R14 : y
los	C11 : MEMBRANA C12 : PLÁSTIDOS C13 : CLOROPLASTOS C14 : VACUOLAS	
<b>P5</b>		
Las de los	: CÉLULAS : VEGETALES C15 : PARED CELULAR	R15 : poseen R16 : formada R17 : por R18 : en cambio R19 : poseen
los	C16 : CELULOSA C17 : ANIMALES : NÚCLEO	R20 : carecen R21 : y
pero de	: PARED CELULAR : PLÁSTIDOS	
<b>P6</b>		
Las	: CÉLULAS C18 : PROCARIONTES : NÚCLEO	R22 : no poseen R23 : delimitado R24 : por R25 : por R26 : ó R27 : se encuentra R28 : disperso
una lo que el	: MEMBRANA C19 : MATERIAL GENÉTICO C20 : ADN	
en el	C21 : CITOPLASMA	
<b>P7</b>		
Un ejemplo de las	: PROCARIONTES C22 : BACTERIAS	R29 : son
<b>P8</b>		
Las	: CÉLULAS C23 : EUCHARIONTES : NÚCLEO	R30 : presentan R31 : delimitado R32 : por
un		
una en el cual el	: MEMBRANA : MATERIAL GENÉTICO	R33 : se encuentra

<b>P9</b>	La de la  en las  que la en las	C24 : DIVISIÓN : CÉLULA C25 : MITOSIS C26 : CÉLULAS DIPLOIDES  C27 : MEIOSIS C28 : CÉLULAS HAPLOIDE C29 : CÉLULAS SEXUALES	R34 : por R35 : ocurre  R36 : mientras R37 : ocurre R38 : ó
<b>P10</b>	En la una  dos	: MITOSIS C30 : DIVISIÓN CELULAR  C31 : CÉLULAS HIJAS	R39 : se presenta R40 : y R41 : se producen
<b>P11</b>	En la dos  cuatro	: MEIOSIS : DIVISIONES CELULARES  : CÉLULAS HIJAS	R42 : ocurren R43 : y R44 : se producen

Total de conceptos = 31

Total de Relaciones lógicas = 44

Densidad = 0.704

Número de núcleos conceptuales: 13

- Teoría celular (En las proposiciones 1 y 2)
- Seres vivos (En las proposiciones 2 y 3)
- Células (En las proposiciones 2, 3, 4, 5, 6, 8 y 9)
- Vegetales (En las proposiciones 4 y 5)
- Núcleo (En las proposiciones 5, 6 y 8)
- Plástidos (En las proposiciones 4 y 5)
- Membranas (En las proposiciones 4, 6 y 8)
- Procariontes (En las proposiciones 6 y 7)
- Material genético (En las proposiciones 6 y 8)
- Mitosis (En las proposiciones 9 y 10)
- Meiosis (En las proposiciones 9 y 11)
- División celular (En las proposiciones 10 y 11)
- Células hijas (En las proposiciones 10 y 11)

Las profesoras de ambos grupos emplearon un número similar de conceptos 32 y 31, respectivamente. Sin embargo las profesora del grupo "B" utilizó mayor número de conceptos nucleares (13) a diferencia de la del grupo "A" que empleó 7, por lo que su configuración temática es más precisa. En el resto de los conceptos sus respuestas fueron muy similares.

### 7.8 Análisis de la respuesta de un estudiante

#### Análisis Proposicional de Gutiérrez García Wendy del grupo "B"

Concepto: célula

#### PRETEST

	Conectores y modificadores	CONCEPTOS	Relaciones Lógicas
p1	La diferente a la  el mismo	c1 : CÉLULA ANIMAL c2 : VEGETAL  c3 : NÚCLEO	r1 : es r2 : y r3 : no tiene
p2	La un la un	: VEGETAL : NÚCLEO DEFINIDO c4 : ANIMAL : NÚCLEO DEFINIDO	r4 : no tiene r5 : y r6 : si tiene
p3	Los un los un	c5 : PROCARIONTES : NÚCLEO DEFINIDO c6 : EUCARIONTES : NÚCLEO	r7. No tienen r8 : y r9 : tienen

Total de conceptos : 6

Total de relaciones lógicas : 9

$$\text{Densidad} = 6/9 = 0.666$$

Número de núcleos conceptuales: 4

<Célula> vegetal (En las proposiciones 1 y 2)

Célula animal (En las proposiciones 1 y 2)

Núcleo (En las proposiciones 1 y 3)

Núcleo definido (En las proposiciones 1 y 3)

La estudiante introduce los errores conceptuales en el sentido de considerar que la diferencia entre célula animal y vegetal está en la presencia o ausencia de núcleo. La misma diferencia en cuanto a las células eucariontes y procariontes, lo que denota muy bajo nivel conceptual explicativo. Los valores obtenidos por la alumna para este concepto, también son muy cercanos a los del promedio como puede observarse en la siguiente tabla.

**TABLA 13**  
**VALORES DE LOS COMPONENTES DE LA ORGANIZACIÓN CONCEPTUAL**  
**GRUPO B PRETEST CONCEPTO. CÉLULA**

Alumnos	Concep	Rel. Lóg.	Dens	CC	Cr	C	q
1) Alvarado	12	15	0.800	0.193	0.571	0.230	0.110
2) Camaño	1	1	1.000	0.032	0.142	0.076	0.004
3) García V.	3	2	1.500	0.129	0.285	0.153	0.036
4) Godínez	10	12	0.833	0.193	0.615	0.307	0.118
5) Gutiérrez	6	9	0.666	0.193	0.692	0.307	0.133
6) Heredia	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7) Hernández	9	9	1.000	0.290	0.428	0.384	0.124
8) Lope León	9	8	1.125	0.193	0.500	0.230	0.096
9) Lujano Ada	9	8	1.125	0.225	0.500	0.230	0.112
10) Mata Gar	9	9	1.000	0.193	0.470	0.384	0.090
Promedio	6.8	7.3	0.917	0.164	0.420	0.230	0.082

Los valores obtenidos en el grupo "A" fueron un poco más altos que los del grupo "B", a excepción del valor de (q) que corresponde a la calidad conceptual. En ambos grupos fue el mismo (0.082).

**Análisis Proposicional de Gutiérrez García Wendy del grupo "B"**  
**Concepto : célula**

**POSTEST**

	<b>Conectores y modificadores</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>Relaciones Lógicas</b>
p1	< Los > de la que todo  una más	c1 : < POSTULADOS > c2 : TEORÍA CELULAR c3 : SER VIVO  c4 : CÉLULAS	r1 : < son > r2 : está constituido r3 : por r4 : ó
p2	La la de todo	: CÉLULA c5 : UNIDAD FUNDAMENTAL : SER VIVO	r5 : es
p3	< La >	c6 : VEGETAL c7 : CLOROPLASTOS c8 : VACUOLAS c9 : CROMOPLASTOS c10 : PARED CELULAR	r6 : tiene  r7 : y
p4	La	c11 : ANIMAL c12 : RIBOSOMAS c13 : APARATO DE GOLGI c14 : NUCLEOLO c15 : MITOCONDRIA c16 : NÚCLEO c17 : MEMBRANA c18 : RETÍCULO	r8 : tiene

p5	Los	c19 : PROCARIONTES	r9 : no tienen
	una	: NÚCLEO DEFINIDO	r10 : por
	el	: MEMBRANA	r11 : y
	en el	: MATERIAL GENÉTICO	r12 : está disperso
	de	c20 : CLOROPLASMA*	r13 : carece
	un ejemplo	c21 : ORGANELOS	r14 : y
	las	c22 : BACTERIAS	r15 : son
			r16 : y
	de 1-10	c23 : MICRAS	r17 : miden
p6	Las	c24 : EUKARIONTES	r18 : si tienen
	un	: NÚCLEO DEFINIDO	r19 : se encuentran
	el	: NÚCLEO DELIMITADO	r20 : por
	una	: MEMBRANA	
p7	Algunos ejemplos		r21 : son
		c25 : PROTISTA	
		c26 : FUNGI	
		c27 : PLANTAE	
		c28 : ANIMALIA	r22 : presentan
		: ORGANELOS	r23 : con
		: MEMBRANA	r24 : como
	las	: MITOCONDRIAS	r25 : y
	los	: CLOROPLASTOS	

Total de conceptos = 28

Total de relaciones lógicas = 25

Densidad = 1.120

Número de núcleos conceptuales: 3

Célula (En las proposiciones 1, 2 y 3)

Ser vivo (En las proposiciones 1 y 2)

Núcleo (En las proposiciones 4, 5 y 6)

Como puede observarse en esta estudiante hubo un significativo aumento en la ganancia conceptual. Cita los principales organelos de la célula, las explicaciones correctas en cuanto al concepto de célula procarionte y da ejemplos adecuados de ella. Cita el material genético. Y atribuye a la célula vegetal los organelos que la caracterizan. Sin embargo establece la diferencia con la célula animal, erróneamente en el sentido de considerar que los demás organelos no los presenta la célula vegetal. En la tabla de valores puede observarse que sobrepasa los valores promedio.

TABLA 14

**VALORES DE LOS COMPONENTES DE LA ORGANIZACIÓN CONCEPTUAL  
GRUPO B POSTEST CONCEPTO. CÉLULA**

Alumnos	Concep	Rel. Lóg.	Dens	CC	Cr	C	q
1) Alvarado	13	12	1.083	0.354	0.666	0.461	0.235
2) Camaño	19	7	2.714	0.451	0.269	0.615	0.121
3) García V.	14	10	1.400	0.387	0.344	0.461	0.133
4) Godínez	27	21	1.285	0.548	0.636	0.615	0.348
5) Gutiérrez	28	25	1.120	0.548	0.629	0.692	0.344
6) Heredia	19	13	1.461	0.419	0.520	0.538	0.217
7) Hernández	17	14	1.214	0.483	0.533	0.692	0.257
8) Lope León	11	8	1.375	0.322	0.500	0.461	0.161
9) Lujano Ada	13	13	1.000	0.354	0.444	0.615	0.157
10) Mata Gar	12	21	0.571	0.322	0.565	0.461	0.181
Promedio	16.3	15.4	0.917	0.418	0.510	0.561	0.215

*Clave: Concep = núm de conceptos; Rel. Lóg. = núm de relaciones lógicas; Dens = densidad; CC = correspondencia conceptual; Cr = correspondencia en relaciones lógicas; C = correspondencia con el núcleo conceptual; q = calidad lógico-conceptual.*

Los valores promedio de los alumnos del grupo "A", como pueden observarse en la tabla 6, son más altos que los del grupo "B". Sin embargo el valor de calidad conceptual (q) es el mismo (0.215).

## SALUD

### 7.9 Respuesta criterio

#### *Análisis del discurso sobre el concepto de salud. Grupo "B"*

Se analiza el discurso de la profesora del grupo "B" a través del mapeo proposicional para establecer el "discurso criterio" se elaboró con base en las respuestas dadas en el pre y postest con las mismas preguntas que para el grupo "A".

El tema de salud corresponde a la última unidad (quinta) del programa de segundo grado, con el cual finaliza la asignatura de biología en secundaria.

A continuación se muestra el análisis proposicional del discurso de la profesora del grupo "B".

#### *Análisis proposicional (criterio) de la profesora del grupo "B"*

	<b>Conectores y modificadores</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>Relaciones Lógicas</b>
P1	<La> el  sus	C 1 : <SALUD> C2 : ESTADO IDEAL C3 : BIENESTAR C4 : ORGANISMO C5 : FUNCIONES C6 : FÍSICAS C7 : MENTALES	R1 : es R2 : ó  R3 : para desempeñar  R4 : y
P2	La con de  de	: SALUD C8 : HABITOS C9 : LIMPIEZA C10 : CAMBIOS BRUSCOS C11 : TEMPERATURA C12 : VACUNAS C13 : EJERCICIO	R5 : se puede conservar  R6 : evitar  R7 : aplicarse R8 : hacer R9 : y R10 : tener

una	C14 : ALIMENTACIÓN BALANCEADA	R11 : es decir
con todos los	C15 : NUTRIENTES	
que		R12 : requiere
el	C16 : CUERPO	
P3		
Cuando		R13 : se altera
la	: SALUD	R14 : se produce
la	C17 : ENFERMEDAD	R15 : causada por
	C18 : AGENTES PATÓGENOS	R16 : como
los	C19 : VIRUS	R17 : y
las	C20 : BACTERIAS	R18 : o
		R19 : por
	C21 : MAL FUNCIONAMIENTO	
de algún	C22 : ORGANO	
P4		
La	: ENFERMEDAD	R20 : afecta
	C23 : INDIVIDUALMENTE	R21 : causando
	C24 : DOLOR	
	C25 : MALESTAR	R22 : y
	C26 : DEPRESIÓN	
pero también		R23 : afecta
a la	C27 : SOCIEDAD	R24 : porque
el	C28 : ENFERMO	R25 : se ausenta
en el	C29 : TRABAJO	R26 : y
		R27 : puede contagiar
a otras	C30 : PERSONAS	
P5		
Las	: ENFERMEDADES	R28 : pueden ser
	C31 : INFECTO-CONTAGIOSAS	R29 : como
el	C32 : CÓLERA	
la	C33 : TUBERCULOSIS	
la	C34 : PULMONÍA	R30 : y
el	C35 : SIDA	R31 : ó
	C36 : CRÓNICO-DEGENERATIVAS	R32 : como
la	C37 : DIABETES	
la	C38 : HIPERTENSIÓN	R33 : y
el	C39 : CÁNCER	

P6		
Las	: ENFERMEDADES	
que		R34 : causan
mayores	C40 : PROBLEMAS SOCIALES	R35 : son
las	C41 : ADICCIONES	R36 : como
el	C42 : ALCOHOLISMO	R37 : y
la	C43 : DROGADICCIÓN	

Total de conceptos = 43

Total de Relaciones lógicas = 37

Densidad = 1.162

Número de núcleos conceptuales: 2

Salud (En las proposiciones 1, 2 y 3)

Enfermedad (En las proposiciones 3, 4, 5 y 6)

Tanto la profesora del grupo "A" como la del "B" dividen a las enfermedades en dos grupos: infecto-contagiosas y degenerativas. La del grupo "B" da ejemplos de cada grupo y la profesora del "A" da ejemplos, pero no precisa cuales enfermedades pertenecen a un tipo o a otro. Sin embargo ninguno de los estudiantes investigados tomaron en cuenta esta clasificación.

La profesora del grupo "A" empleó 31 conceptos conectados con 19 relaciones lógicas, mientras que la del grupo "B" utilizó 43 conceptos conectados con 37 relaciones lógicas. Sin embargo, ésta última, sólo manejó 2 conceptos nucleares, mientras que la primera empleó 4.

Para dar respuesta a la pregunta 3 sobre las alternativas para evitar las enfermedades, la profesora del grupo "A" no menciona la *vacunación*, la del grupo "B" expresa que las vacunas deben aplicarse para conservar la salud, en la respuesta No. 2. De acuerdo a los programas escolares debe hacerse mayor énfasis en relación a: qué son las vacunas, con cuales se cuenta para evitar enfermedades, cuando deben aplicarse, etcétera. En los discursos de las profesoras no se da ampliación a este tema.

A continuación se analiza del discurso de una estudiante del grupo "B".

### 7.10 Análisis de la respuesta de un estudiante.

#### Análisis proposicional de Gutiérrez García Wendy del grupo "B" Concepto: salud

#### PRETEST

	Conectores y modificadores	CONCEPTOS	Relaciones Lógicas
p1	<La> un	c1 : SALUD c2 : ESTADO c3 : FÍSICO c4 : SOCIAL	r1 : <es> r2 : y
p2	<La> un del donde la	: <SALUD> : ESTADO c5 : ORGANISMO c6 : PERSONA c7 : MEDICAMENTO	r3 : < es> r4 : se recae r5 : y r6 : necesita r7 : para curarse
p3	<La> un donde la	c8 : < ENFERMEDAD > : ESTADO : PERSONA c9 : CONSECUENCIAS c10 : INDIVIDUALES : SOCIALES	r8 : es r9 : recae r10 : y r11 : trae r12 : y
p4	ejemplo las  de alguna de nuestro	: INDIVIDUALES c11 : DOLOR c12 : CABEZA c13 : PARTE c14 : CUERPO	r13 : por r14 : sería r15 : ó

<b>P5</b>			
Ejemplos de		: <ENFERMEDADES>	
el		c15 : SIDA	
el		c16 : COLERA	r16 : y
la		c17 : DROGADICCIÓN	r17 : entre
otras.			
<b>P6</b>			
<Las>		: ENFERMEDADES	r18 : se pueden evitar
			r19 : no juntándose con
		: PERSONAS	r20 : con
este		c18 : SÍNTOMA	r21 : y
así			r22 : evitar
esta		: ENFERMEDAD	

Total de conceptos = 18

Total de relaciones lógicas = 22

Densidad = 0.818

Número de núcleos conceptuales = 6

- Salud (en las proposiciones 1 y 2)
- Estado (en las proposiciones 1, 2 y 3)
- Enfermedades (en las proposiciones 3, 5 y 6)
- Individuales (en las proposiciones 3 y 4)
- Persona (en las proposiciones 2, 3 y 6)
- Social/es (en las proposiciones 1 y 3)

La estudiante define acertadamente lo que es la salud: Sin embargo en la proposición número 2, posiblemente se haya equivocado sólo con la palabra salud en vez de enfermedad. La terminología que emplea es muy coloquial y muy semejante a la utilizada por los medios de comunicación social. El nivel de calidad conceptual a nivel científico es escaso.

En la tabla 15 se observa que la estudiante se encuentra arriba de los valores normales, aunque sigue cercano a ellos.

TABLA 15

**VALORES DE LOS COMPONENTES DE LA ORGANIZACIÓN CONCEPTUAL  
GRUPO B PRETEST CONCEPTO: SALUD**

Alumnos	Concep	Rel. Lóg.	Dens	CC	Cr	C	q
1) Alvarado	23	37	0.621	0.227	0.571	1.000	0.129
2) Camaño	14	19	0.736	0.136	0.571	0.500	0.077
3) García V.	15	11	1.363	0.250	0.470	1.000	0.117
4) Godínez	33	41	0.804	0.295	0.650	1.000	0.221
5) Gutiérrez	28	22	1.272	0.340	0.600	1.000	0.177
6) Heredia	18	22	0.818	0.204	0.647	0.500	0.131
7) Hernández	20	21	0.952	0.272	0.600	0.500	0.163
8) Lope León	8	5	1.600	0.136	0.222	0.500	0.030
9) Lujano Ada	13	17	0.764	0.181	0.615	0.500	0.111
10) Mata Gar	18	18	1.000	0.113	0.500	0.500	0.056
Promedio	20.3	21.3	0.993	0.215	0.544	0.700	0.121

*Clave:* *Concep* = núm de conceptos; *Rel. Lóg.* = núm de relaciones lógicas; *Dens* = densidad; *CC* = correspondencia conceptual; *Cr* = correspondencia en relaciones lógicas; *C* = correspondencia con el núcleo conceptual; *q* = calidad lógico-conceptual.

Los valores obtenidos por el grupo "A" son un poco más altos que los del grupo "B" a excepción del valor de *C* que en el caso del "A" es de 0.515 (Ver tabla 7). La comparación de estos resultados se muestran en la gráfica 10.

**Análisis proposicional de Gutiérrez García Wendy del grupo "B"**  
**Concepto: salud**

**POSTEST**

	<b>Conectores y modificadores</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>Relaciones Lógicas</b>
p1	<La>	c1 : SALUD c2 : SANO c3 : FÍSICO c4 : MENTAL	r1 : es estar  r2 : y r3 : y
p2	la del	c5 : SOCIALMENTE : SALUD c6 : MEDIO AMBIENTE	r4 : podemos conservar r5 : cuidándonos
p3	<La> algo  que bien cualquier	c7 : <ENFERMEDAD> : FÍSICO : MENTALMENTE  c8 : ORGANISMO c9 : ÓRGANO	r6 : es tener  r7 : no funcione r8 : u
P4	Las  a los demás  consigo	c10 : CONSECUENCIAS c11 : INDIVIDUALES c12 : DEPRESIONES : SOCIALES  c13 : PROBLEMAS	r9 : pueden ser r10 : y r11 : alterando r12 : y r13 : traer

p5	Las	c14 : DROGAS	
	el	c15 : ALCOHOLISMO	r14 : y
	el	c16 : TABAQUISMO	r15 : podrian evitarse
			r16 : no contrayendo
	estas	c17 : SUSTANCIAS	r17 : no tomándolas
		r18 : o	
		r19 : inhalándolas	

Total de conceptos = 17

Total de relaciones lógicas = 19

Densidad = 0.894

Salud (en las proposiciones 1 y 2)

Físico (en las proposiciones 1 y 3)

Mental/mente (en las proposiciones 1 y 3)

Social/mente (en las proposiciones 2 y 4)

Número de núcleos conceptuales = 4

Comparando los valores obtenidos por esta estudiante en el pretest y el postest se encuentra que existe una disminución importante en cuanto al número de conceptos, relaciones lógicas utilizadas y una calidad conceptual (valor de q) también menor. El discurso en el postest es muy similar al pretest, e inclusive disminuye la introducción de menor número de conceptos científicos.

Podríamos suponer que la alumna antes de que la profesora abordara el tema tenía mayor conocimiento que después del estudio del tema. De acuerdo a los psicólogos cognitivos es difícil que un sujeto pierda en un corto lapso de tiempo información significativa, por lo que el motivo de la disminución de demanda conceptual pudo tener sus orígenes de tipo circunstancial y no de pérdida de información en la organización conceptual de la alumna.

El problema se presenta a nivel de todos los estudiantes investigados. Tanto en el grupo "A" como en el "B" los resultados del pretest fueron mayores que los del postest.

Todos los alumnos investigados, cuando responden a las consecuencias sociales e individuales de la enfermedades se centran únicamente en las

adiciones como el tabaquismo, alcoholismo, drogadicción y el sida, como puede observarse en los discursos de las estudiantes que se dan como ejemplos.

**TABLA 16**

**VALORES DE LOS COMPONENTES DE LA ORGANIZACIÓN CONCEPTUAL  
GRUPO B POSTEST CONCEPTO: SALUD**

Alumnos	Concep	Rel. Lóg.	Dens	CC	Cr	C	q
1) Alvarado	27	34	0.794	0.272	0.642	1.000	0.174
2) Camaño	20	22	0.909	0.272	0.500	0.500	0.136
3) García V.	20	29	0.689	0.227	0.363	0.500	0.082
4) Godínez	28	29	0.965	0.431	0.555	1.000	0.239
5) Gutiérrez	17	19	0.894	0.272	0.600	0.500	0.163
6) Heredia	19	13	1.461	0.318	0.500	0.500	0.159
7) Hernández	19	19	1.000	0.295	0.421	0.500	0.124
8) Lope León	16	13	1.230	0.272	0.333	0.500	0.090
9) Lujano Ada	20	22	0.909	0.295	0.266	1.000	0.078
10) Mata Gar	32	24	1.333	0.409	0.370	1.000	0.151
Promedio	21.8	22.4	1.018	0.306	0.455	0.700	0.139

*Clave: Concep = núm de conceptos; Rel. Lóg. = núm de relaciones lógicas; Dens = densidad; CC = correspondencia conceptual; Cr = correspondencia en relaciones lógicas; C = correspondencia con el núcleo conceptual; q = calidad lógico-conceptual.*

En comparación, los valores relativos al número de conceptos, densidad y correspondencia conceptual fueron un poco mayores en el grupo "A" con respecto al grupo "B". Sin embargo el valor de (q) fue muy similar = 0.139 contra 0.131 obtenido en el grupo "A" (Ver gráfica No. 11).

## VIII. ANÁLISIS DE CONJUNTO (GRUPOS “A” y “B”)

Las respuestas de los estudiantes aunque diversas, presentaron varias características en común, los resultados en conjunto obtenidos por los estudiantes del grupo “A” fueron muy similares a los del grupo “B”. En general su discurso se centró en un nivel descriptivo y ejemplificativo, sin entrar en la parte explicativa requerida.

La mayoría de los estudiantes asimiló la configuración temática, aún cuando no hay claridad del cómo o por qué se dan los procesos a los que se refieren los conceptos involucrados.

*Familias de conceptos.* Los estudiantes establecieron correspondencia proposicional a su manera, en el contexto de las ideas en común y la terminología utilizada en clase. Sin embargo precisamente por el análisis de correspondencia, se puede observar que cada enunciado en el criterio puede haber un enunciado completo o incompleto y con diversos grados de precisión en sus componentes lógico-conceptuales, construido por cada alumno.

Como en el caso de los componentes semánticos (conceptos, relaciones lógicas y otros), no existe una correspondencia unívoca entre enunciados, ya que uno del estudiante puede contener la información de uno solo del criterio.

Este tipo de correspondencia por enunciado se llama en el MAP *familias de proposiciones en correspondencia* (Gaspar y Campos, 1997), porque representan diferentes formas discursivas, con distintos niveles de precisión, de subzonas de conocimiento (ib.) específicas.

Las comparaciones entre los valores promedio de los grupos “A” y “B” se muestran en las gráficas de la 15 a la 18 (Ver anexo).

*Correspondencia conceptual (cc).* En el tema de evolución fue prácticamente el mismo (0.185-0.183). Para el de genética un poco mayor en el grupo “B” (0.146-0.209). para el tema de biomoléculas, fue un poco mayor en el grupo “A” (0.209-0.144). En el tema de célula si hubo mayor diferencia (0.397-0.148). Y para el tema de salud los resultados fueron similares (0.257-0.306). Ver gráfica 15.

*Correspondencia en relaciones lógicas (cr).* En el tema de evolución fue muy similar (0.504-0.558). Para el de genética un poco mayor en el grupo "B" (0.339-0.483). Para el tema de biomoléculas, fue un poco mayor en el grupo "B" (0.570-0.691). En el tema de célula si hubo mucha similitud (0.542-0.510). Para el tema de salud los resultados fueron un poco más altos en el grupo "A" (0.502-0.455). Ver gráfica 16.

*Correspondencia en el núcleo conceptual (c).* En el tema de evolución fue muy similar (0.283-0.249). Para el de genética un poco mayor en el grupo "B" (0.216-0.275). Para el tema de biomoléculas, fue prácticamente el mismo (0.275-0.278). En el tema de célula fue mayor el valor en el grupo "B" (0.428-0.561). Para el tema de salud los resultados fueron mayores en el grupo "B" (0.525-0.700). Ver gráfica 17.

*Calidad conceptual (q).* En el tema de evolución fue similar (0.093-0.101). Para el de genética fue mayor en el grupo "B" (0.051-0.098). Para el tema de biomoléculas, fue un poco mayor en el grupo "A" (0.118-0.078). En el tema de célula fue prácticamente el mismo (0.216-0.215). Para el tema de salud los resultados fueron prácticamente los mismos (0.131-0.139). Ver gráfica 18.

Se estudió la trayectoria de las alumnas seleccionadas del grupo "A" y "B", respectivamente, para todos los conceptos en cuestión y en relación a: correspondencia conceptual, correspondencia en relaciones lógicas, correspondencia en el núcleo conceptual y en la calidad conceptual (ver las gráficas del anexo de la 19 a la 22).

Con respecto a ellas se observa que en cuanto a la correspondencia conceptual de la estudiante del grupo "A" los temas que presentaron valores de mayor a menor fueron los siguientes: salud, célula, biomoléculas, evolución y genética.

La estudiante del grupo "B" obtuvo resultados similares. Esto es muy importante ya que la secuencia de temas en los programas de biología se encuentran precisamente en el orden contrario a estos resultados.

## VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las respuestas de los estudiantes de ambos grupos fueron diversas. Sin embargo presentaron varias características comunes como las siguientes: hablaron de la teoría sintética de la evolución en una forma muy pobre a nivel conceptual, sus definiciones giraron en términos de “cambios que ocurren en los organismos”, sólo un estudiante expresó que la teoría sintética de la evolución “es la teoría que se basa en la evolución por Darwin para completarle información sobre este tema”. Muchas respuestas fueron de orden teleológico o finalista. El concepto de evolución lo explicaron por las <necesidades> o las <carencias de los animales> (explicación antropomórfica y teleológica) por un avance generalizado hacia la <mejora> o bien por cambios del entorno. Demostraron una comprensión muy limitada del papel del azar, tanto en lo que se refiere a la aparición parcial de variaciones en las características como a la probabilidad de supervivencia.

No dieron información del por qué se da la evolución de las especies. En el nivel ejemplificativo la mayoría de los estudiantes expuso el caso de la jirafa, cuyo cuello se fue estirando por la necesidad de alimento. (no pudo establecerse si la expresaban en términos de individuo o especie) en una forma muy somera y a nivel de ideas lamarckianas

El experto menciona como puntos relevantes para explicar la teoría sintética evolutiva, conceptos básicos como la adaptación, la selección natural, la acumulación de variaciones y las mutaciones, los cuales no fueron manejados por los alumnos ni por la profesora del grupo “A”.

De acuerdo a las exigencias epistemológicas ni los profesores ni los estudiantes destacaron la importancia de considerar a la *población* como la unidad evolutiva. Estas deficiencias conceptuales provocan serias dificultades en la construcción del conocimiento científico.

Sobre el tema de genética la mayoría de los alumnos omitieron las leyes de Mendel, y los que llegaron a mencionarlás no ofrecieron elementos a nivel explicativo. El campo de estudio de esta ciencia, lo refirieron en términos de la transmisión de información de caracteres hereditarios y los ejemplos se circunscribieron a mencionar algunas alteraciones cromosómicas como el

Síndrome de Down, o de por qué tenemos un tipo de sangre específico y los rasgos de la cara parecidos a los progenitores.

En ningún discurso de alumnos y profesores se mencionaron los conceptos de dominancia y recesividad, ni de los siete pares de rasgos contrastantes, clave fundamental de los principios mendelianos. No se estableció ninguna relación entre la segunda ley de Mendel (ley de la segregación independiente) y el proceso de división celular conocido como meiosis. Tampoco hubo información actualizada sobre la manipulación del código genético, ni con respecto a la clonación.

Tampoco se ahondó en la naturaleza química del DNA, sobre todo en su estructura: una doble hélice formada por cuatro bases químicas: adenina, timina, guanina y citosina. Este conocimiento puede ser fundamental para entender por un lado la transmisión casi idéntica de la herencia y comprender por el otro, cómo y por qué ocurren las mutaciones (causa de que haya variación).

En cuanto a las biomoléculas, los estudiantes las definieron en términos de que “son generadoras de vida” y están constituidas por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre. La gran mayoría nombró a los carbohidratos, grasas y proteínas, a las dos primeras biomoléculas les adjudicaron importancia en relación a la cantidad de energía que proporcionan al cuerpo humano. Sólo algunos estudiantes nombraron a los ácidos nucleicos como un grupo relevante de biomoléculas. Sin embargo ninguno logró establecer un nivel explicativo y heurístico adecuado a su nivel educativo sobre la diferencia entre polímeros sintéticos y biomoléculas. Sus respuestas fueron en su mayoría muy pobres a nivel conceptual, con expresiones tales como “los polímeros son sintéticos y las biomoléculas no”.

De acuerdo a las exigencias epistemológicas para el tema de biomoléculas no estuvo presente en ningún discurso el concepto y explicación de lo que es el *metabolismo*, aspecto esencial para contextualizar el tema. Al tratar la zona de conocimiento sobre los glúcidos no se mencionó a la glucosa como un azúcar importante, básico para metabolismo de los carbohidratos, ni que estas biomoléculas pueden ser transformadas en grasas. No se establecieron las diferencias entre grasas y aceites, ni su relación con las membranas celulares.

Sobre las proteínas, fueron muy escasos los tipos de ellas como las enzimas y hormonas y sus funciones como reguladoras de procesos celulares dentro del organismo.

Los resultados sobre la conceptualización de célula en el postest se centró en expresar: “la célula es la unidad fundamental de vida”. En cuanto a las diferencias entre célula vegetal y animal, la mayoría estableció la presencia de cloroplastos como característica singular de los vegetales. La alumna del grupo “B”, cuyo ejemplo se muestra en el capítulo referente al trabajo de campo, en el pretest distinguió a la célula vegetal como carente de núcleo y a la animal como poseedora de él, error conceptual importante. Sin embargo en el postest ya pudo expresar las estructuras que caracterizan a la célula vegetal como son: cloroplastos, vacuolas, cromoplastos y pared celular, lo cual evidencia un gran incremento en la transformación conceptual. Sin embargo señaló a las siguientes estructuras: ribosomas, aparato de Golgi, nucleolo, mitocondria, núcleo, membrana y retículo como específicas de la célula animal, lo cual, aunque aumenta en gran medida la masa informativa, evidencia un fuerte error conceptual, ya que todas las estructuras nombradas también se encuentran presentes en la célula vegetal. La mayoría de los estudiantes estableció la diferencia entre procariontes y eucariontes, basándose en la ausencia y presencia de núcleo, respectivamente. En ninguno de los grupos los estudiantes proporcionaron elementos adecuados para llegar al nivel explicativo en relación a los procesos de mitosis y meiosis.

En el tema de célula, en términos generales y a diferencia de los otros temas, se generó un alto nivel de transformación conceptual (véanse las gráficas sobre los resultados comparativos entre el pretest y postest de ambos grupos). La estructura relacional de esta masa conceptual, aumentó significativamente y en sus discursos estuvieron presentes suficiente número de conceptos fundamentales (núcleos conceptuales). Sin embargo no se mencionó en ningún discurso la función que realiza la membrana plasmática, ni la de otros organelos importantes. La mayoría de los estudiantes no mencionó los conceptos de célula haploide y diploide, ni la relación con las células provenientes de los procesos de meiosis y mitosis.

En el tema de salud se presentó un caso especial en el sentido de que los estudiantes obtuvieron mayores índices de calidad conceptual y mayor cantidad de masa informativa en el pretest que en el postest. Situación contraria a los resultados que se habían venido obteniendo en los temas anteriores. Fue más

evidente en el grupo "A" que en el "B". La mayoría de los estudiantes se expresó con mayor propiedad e incluyó términos científicos sobre todo en la definición de salud, de las medidas preventivas para evitar su deterioro, sobre enfermedades como el sida, el cólera y el cáncer y de las adicciones como el alcoholismo y la drogadicción, éstas últimas como las que más afectan al ser humano a nivel individual y social. Su forma de expresión sintáctica y semántica evidenció la influencia de los medios de comunicación social, como se observa en las proposiciones analizadas de sus discursos.

La masa conceptual para el tema de salud fue más amplia y consistente. Sin embargo no se estableció la clasificación de enfermedades, de acuerdo a como lo establecen los programas de estudio en: (1) infecciosas o parasitarias, (2) orgánicas y degenerativas y (3) neoplásicas.

La correspondencia conceptual, relacional y con los conceptos nucleares de los estudiantes fue distinta en cada caso, en los temas de evolución y genética, especialmente, el conocimiento careció de coherencia lógica, formas rigurosas de generación e interpretación de datos, considerado por Banks como un conocimiento personal/cultural (Banks, 1993), de sentido común (Davis, 1990) o tácito (Polanyi, 1975) como en el tema de biomoléculas y salud.

Como lo señalan LeCompte y Preissle (1992) para que el conocimiento se pueda considerarse *científico*, éste debe contener un explícito y amplio contenido categorial, una compleja red de conexiones lógicas con referencias factuales y adecuadas formas de elaboración y en este sentido los resultados muestran que los estudiantes de secundaria poseen un conocimiento, en términos generales de baja calidad conceptual y escaso conocimiento científico.

Los conceptos expresados por los estudiantes, presentaron un fuerte carácter idiosincrático (Novak, 1984 p-169) por la forma peculiar de cada estudiante de captar el significado de un concepto en términos de la experiencia acumulada sobre la realidad a la que alude.

Durante el análisis de la correspondencia se detectaron para todos los temas y en la mayoría de los casos, enunciados incompletos con diversos grados de imprecisión en sus componentes lógico-conceptuales, lo cual fue muy evidente al construir las *familias de proposiciones*.

A partir del análisis de conjunto y con base en el estudio de las familias de proposiciones, se detectó que los estudiantes poseen un conocimiento influenciado por factores personales, motivacionales y sociales que no operan en la misma forma que en la comunidad científica (Pintrich, et.al,1993) pero que poseen cierta validez epistemológica y con una importante inserción conceptual de este conocimiento científico con la demanda cognoscitiva en el aula. Los resultados ejemplificados con detalle se muestran en los apartados para cada tema, denominado "*conocimiento científico sin correspondencia con el referente criterio*". En algunos temas como la diferenciación entre procariontes y eucariontes, se pudo detectar que ciertos estudiantes rebasaron en calidad e integración conceptual las respuestas de sus profesores.

Sobre el análisis de los niveles de construcción del conocimiento, mediante los tres niveles de operación: *descriptivo, explicativo y ejemplificativo*, cuya importancia radica en que son estructuras lógico-conceptuales y epistemológicas básicas del conocimiento científico, puede afirmarse que en general los estudiantes asimilan poco conocimiento, el cual se ubica en un nivel descriptivo y eventualmente en el ejemplificativo; las descripciones generalmente son de tipo clasificatorio, aunque en muchos de los casos resultan válidas. Sin embargo en casi todos los temas dejaron fuera o tocaron con vaguedad la dimensión explicativa.

En los temas de genética, biomoléculas y célula, los estudiantes presentaron transformación conceptual significativa (Ausubel, 1973) después del abordaje del tema. Para las temáticas relacionadas con el concepto de célula los cambios fueron mayores y más importantes. Esto lo podemos observar al construir la configuración temática de los discursos. Así, aunque se observa una importante mejoría, claramente se cubre sólo parcialmente el nivel de demanda cognitiva planteado en la clase y los exámenes, por lo que se puede ver que hubo diversos niveles de comprensión verbal (Sternberg, 1987). Sin embargo, el hecho de que los estudiantes hayan mejorado sustancialmente las características de su organización conceptual, en algunos temas como el de célula, se muestra claramente su capacidad de transformación cognoscitiva y, de haber mejor calidad en la enseñanza, los avances serán muy probablemente de mejor calidad también.

En cuanto a las respuestas de los profesores, especialmente en el grupo "A", sobre el tema de evolución, se presentó un problema de tipo metodológico en el sentido de que las respuestas de la profesora a las preguntas del test, para

conformar el referente-criterio, fueron erróneas, especialmente en su explicación sobre la teoría sintética de la evolución, la respuesta dada fue sobre el origen de la vida, de acuerdo a la teoría fisicoquímica. Esta anomalía generó el estudio de los discursos de los estudiantes, observándose que varios de ellos daban respuestas más acertadas, que los de su profesora por lo que se hizo necesario realizar el análisis en correspondencia con un segundo criterio.

Se acudió a un experto en el tema y sobre sus respuestas a las mismas preguntas se construyó un nuevo mapa proposicional. Este hecho, cambió las condiciones de aula de la investigación, en la que se analiza el conocimiento que asimilan los alumnos de acuerdo a las explicaciones de sus profesores. Si embargo este hecho sólo se presentó por única vez.

En cuanto a la metodología de análisis, se puede apreciar que la aproximación semántica a diferentes niveles de organización del discurso (Puig, 1991) de conceptos y relaciones a proposiciones y discurso integrado, completamente articulada al análisis del contexto, constituye una vía adecuada para entender la complejidad de las estructuras discursivas, lógico-conceptuales y epistemológicas que tiene un texto determinado (Frederiksen, 1983; Lemke, 1990). Discursos sintácticamente diferentes pueden contener componentes lógico-conceptuales similares, lo que hace posible el análisis de correspondencia entre ellos.

## CONCLUSIONES

El presente estudio se ubica en la línea de investigación sobre aprendizaje y estructuración conceptual con un enfoque sociolingüístico, centrado en el estudio de la organización lógico-conceptual de los estudiantes de secundaria, con respecto a los conceptos de mayor relevancia en el aprendizaje de la biología (evolución, genética, biomoléculas, célula y salud), de acuerdo a los actuales programas de estudio, propuestos en 1993 por la Secretaría de Educación Pública.

El trabajo de campo consistió en la aplicación de tests (exámenes escritos) antes (pretest) y después (postest) del abordaje de los temas citados que integran los dos cursos de biología para secundaria. El trabajo directo con los

estudiantes se llevó a cabo durante dos años consecutivos de los ciclos escolares 1996-1997 y 1997-1998, en la Escuela Secundaria Anexa a la Normal Superior (ESANS) en el Distrito Federal.

El acopio de información se obtuvo en dos grupos mixtos de 40 estudiantes (grupos "A" y "B"), trabajando en condiciones regulares de aula. Para fines de análisis cualitativos y cuantitativos se fueron descartando los exámenes de aquellos alumnos que por diferentes causas no se encontraban completos para todos los temas, algunas razones fueron el cambio de grupo o de escuela en el siguiente ciclo escolar o simplemente que los alumnos no estuvieron presentes en el momento de la aplicación de las pruebas. Dada la amplitud temporal (dos años) al final quedaron diez estudiantes de cada grupo, los cuales fueron ampliamente analizados de acuerdo al Modelo de Análisis Proposicional (MAP) de Campos y Gaspar (1996). De ellos se seleccionó un estudiante para el grupo "A" y "B" cuyo análisis se detalla en los capítulos correspondientes al trabajo de campo.

Tanto para el estudiante seleccionado de cada grupo, como para los respectivos profesores se generaron las configuraciones temáticas, sobre las bases de sus discursos.

A través del análisis proposicional se investigó el tipo de conceptos que los estudiantes vierten en sus exámenes, con el objeto de determinar la calidad conceptual, la correspondencia conceptual, relacional y con respecto a los núcleos conceptuales con referencia a otro discurso considerado como válido que en éstos casos fue el de las profesoras que impartieron los cursos (referente-criterio). En el caso especial de evolución se recurrió a llevar a cabo la correspondencia conceptual con el discurso otorgado por un experto.

Para cada tema y para ambos grupos se realizó el *análisis grupal*, profundizando sobre los aspectos epistemológicos y la construcción de *familias de proposiciones* así como la discusión sobre los conocimientos científicos de los estudiantes que no presentaron correspondencia con el referente-criterio, para finalizar con un estudio de resultados cuantitativos y la incorporación de las gráficas correspondientes.

El Modelo de Análisis proposicional permitió clasificar las organizaciones lógico-conceptuales y determinar las transformaciones conceptuales para cada uno de los temas seleccionados.

Los cuestionamientos plasmados en los tests, fueron elaborados con base en el MAP, con el objeto de recuperar a partir de la expresión escrita de los estudiantes, los niveles: descriptivo, explicativo y ejemplificativo de sus discursos, así como la obtención de otros indicadores para el análisis de la calidad conceptual.

A pesar de las diferencias conceptuales de los profesores que atendieron a los grupos, mayor calidad conceptual en los discursos de los profesores del grupo "B" en comparación con las profesoras del grupo "A", los estudiantes presentaron promedios de correspondencia conceptual menores a la mitad ( $c < 0.500$ ). Los valores de correspondencia con el núcleo se mantuvieron por debajo del 50 % ( $c < 0.500$ ). Esto significa que en promedio los estudiantes de ambos grupos construyen su conocimiento con menos de la mitad de los conceptos requeridos en la definición científica sobre los conceptos biológicos que requieren aprender. Los índices de calidad global del aprendizaje de los estudiantes, en promedio, se ubicaron en un *marco referencial*, aunque a nivel individual se encontraron clasificaciones en los tres tipos de marcos (conceptual, referencial y nocional). De acuerdo al MAP el marco referencial significa que la porción de conocimiento científico que los estudiantes asimilaron en promedio, fue de una calidad razonablemente buena.

La calidad de la organización lógico-conceptual fue determinada por el índice de calidad global propuesto por el MAP, por lo tanto, el aprendizaje entendido como construcción de conocimientos supone entendimiento tanto de la dimensión de éste como producto y la dimensión de éste como proceso, es decir, el camino por el que el alumnado elabora personalmente los conocimientos. Al aprender cambia no sólo la cantidad de información que los estudiantes poseen en relación a un contenido determinado, sino la competencia de éste (aquello que es capaz de hacer, pensar, comprender), la calidad del conocimiento que posee y las posibilidades personales de seguir aprendiendo.

De acuerdo a las *preguntas de investigación* planteadas sobre las características de organización conceptual del estudiante de secundaria, los niveles de construcción del conocimiento; los niveles de asimilación de los conceptos biológicos, la transformación conceptual y las características de su discurso desde el punto de vista epistemológico, se pueden dar las siguientes conclusiones :

- El estudiante de secundaria (de los grupos escolares analizados) presenta varios problemas en su organización lógico-conceptual y por lo tanto la calidad conceptual es escasa. En el 90% de los casos, la proporción de conocimiento científico asimilado es deficiente y baja, en relación a la demanda cognoscitiva de este nivel educativo.
- Desde el punto de vista de su estructura interna de carácter lógico, las respuestas del 90% de los estudiantes fue fundamentalmente descriptiva y ejemplificativa de manera parcial y con importante número de imprecisiones y al quedar fuera el componente explicativo, que dan la base de la dinámica de la construcción lógico-conceptual del conocimiento científico y establece un nivel profundo de demanda cognoscitiva para la asimilación, se puede concluir que existen importantes problemas de construcción de conocimiento en el plano explicativo; por ello las respuestas de los estudiantes pierden solidez, cumpliendo sólo parcialmente las exigencias epistemológicas de los temas por aprender.
- Los alumnos de este estudio, en promedio, asimilan entre una quinta y una séptima parte del conocimiento científico de los grupos investigados al que tuvieron acceso en condiciones regulares de aula (a excepción del tema de evolución en el grupo "A") de acuerdo a las hipótesis planteadas. Su conocimiento presenta bajos niveles de abstracción y precisión conceptual. La estructura categorial que se construye no asimila las referencias a objetos y procesos científicos por ser atípicos (Barsalou, 1989) y abstractos (Medin y Wattenmaker, 1989).
- En general se produjo un transformación conceptual significativa (Ausubel, 1973) después del abordaje del tema, como se observa en los resultados obtenidos en los alumnos en el pre y postest. (Ver las gráficas correspondientes). A excepción del tema de salud en el que los estudiantes del grupo "A" produjeron discursos con mayor cantidad y calidad (valores de  $q$ ) de masa informativa en el pretest ( $q = 0.139$ ) que en el postest ( $q = 0.131$ ).
- Se concluye que los cambios conceptuales son mayores y más importantes cuando se toma solamente la configuración temática del referente-criterio. Sin embargo aunque hay mejoría, sólo se cubre parcialmente el nivel de demanda cognoscitiva planteado en la clase. lo

cual evidencia que hubo diversos niveles de comprensión verbal (Stenberg, 1987).

Estos resultados confirman los que se han obtenido en estudios complementarios en esta misma línea de investigación, tanto en ciencias naturales como en las sociales, así como en todos los niveles escolares de educación básica. La nueva propuesta curricular plantea como uno de sus principales objetivos interrelacionar los contenidos para que el educando adquiera un panorama global. Sin embargo el discurso de los estudiantes analizados no mostró ninguna relación entre los contenidos y menos aún con otras asignaturas.

Con los resultados obtenidos en la presente investigación, se ofrecen elementos pedagógicos importantes para coadyuvar en el estudio del proceso de aprendizaje de conceptos científicos en el nivel de la secundaria con el objeto de implementar estrategias docentes que favorezcan a la construcción del conocimiento en el aula y para reorganizar los contenidos curriculares para el aprendizaje de la biología.

La enseñanza de la ciencia debiera entenderse como un conjunto de ayudas pedagógicas proporcionadas al estudiante en el proceso personal de construcción del conocimiento y en la elaboración del propio desarrollo. Es necesario reorientar las estrategias docentes sobre los aspectos procesuales, sin dejar de tomar en cuenta los aspectos descriptivos básicos.

Sobre la cantidad de contenidos curriculares, su nivel de profundidad, secuencias lógicas y psicológicas, jerarquización, etcétera; debieran estudiarse de acuerdo a las características de los procesos de aprendizaje de los estudiantes, de sus intereses y el conocimiento que resulte más familiar al alumno y que a la vez favorezcan la adquisición de habilidades y destrezas así como la incorporación de valores y actitudes científicos, para que el educando adquiera una visión global en el estudio de la biología. Por lo tanto la elección de los contenidos de un programa de estudios debe atender a los aspectos epistemológicos, sociales, pedagógicos y psicológicos y con una secuencia que favorezca la integración del conocimiento científico.

De acuerdo a los resultados obtenidos, los temas que presentaron mayor conocimiento previo por parte de los alumnos analizados fue el de *salud* y en

segundo lugar el de *biomoléculas*, por lo que una alternativa podría ser iniciar con éstos temas que presentan mayor significado para el estudiante.

Es necesario dar atención muy cuidadosa a la organización conceptual que se presenta en clase, considerar el conocimiento previo que posee el estudiante sobre cada tema a tratar, jerarquizar los conceptos fundamentales (conceptos nucleares) y los subordinados, relacionar los primeros entre sí (configuración temática) y éstos con los demás, con el objeto de activar habilidades analíticas e inferenciales de los estudiantes.

Para lograr varios de los objetivos que se pretenden en dichos programas y planes de estudio, es muy importante sustentarse en los principios teóricos de diversos investigadores que se preocupan por estudiar los procesos de aprendizaje en el medio educativo, del funcionamiento de los sistemas vivientes y sus diferencias con el mundo inanimado, de su visión global e integradora, de sus aplicaciones en distintos ámbitos y sobre todo partir de la base de los resultados, producto de la investigación educativa que se lleva a cabo en nuestro medio educativo en el *trabajo directo con los alumnos*, que permita seleccionar estrategias docentes y de aprendizaje que favorezcan la construcción del conocimiento biológico y dado sus características de abstracción y categorización, es necesario favorecer las condiciones de construcción en un contexto de aprendizaje activo, experiencial y de trabajo grupal, de manera que se entienda adecuadamente y sea motivante para los estudiantes de este nivel educativo.

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación es clara la necesidad de reorientar los propósitos de la enseñanza y las estrategias docentes por lo menos en los siguientes aspectos:

- a) En los planos lógico y epistemológico, ofrecer y propiciar una aproximación al conocimiento de manera más clara, precisa y enfática sobre los aspectos procesuales y explicativos, sin dejar los descriptivos básicos, ya que en aquellos se concentra tanto la construcción de conocimiento por parte del estudiante, como su comprensión de la investigación como un proceso dinámico.
- b) En el plano curricular, establecer las conexiones necesarias para un entendimiento científico de los temas que integran los cursos de biología para este nivel educativo. Con ello se podrá

incidir más adecuadamente en la estructuración y validez conceptual, en el desarrollo y uso de habilidades cognitivas, en las estrategias de razonamiento y en la apreciación del conocimiento científico.

## BIBLIOGRAFÍA

Adams, M. (1990). *Beginning to read: Thinking and learning about print*. Cambridge: MIT Press.

Alucema, M.A (1996). Evaluación de las organizaciones conceptuales de estudiantes de biología referidas al concepto de evolución, en M. A. Campos y R. Ruiz (editores). Problemas de acceso al conocimiento y enseñanza de las ciencias, México, UNAM, 113-136.

Anderson, L. (1984). The environment of instructions: The function of seatwork in a commercially developed curriculum. En G. Duffy, L. Roehler y J. Mason (Editores), *Comprehension instruction. Perspectives and suggestions*. Nueva York: Longman.

Anderson, J. (1993). Problem solving and learning. *American Psychologist*, 48: 35-44.

Atkinson, R. y Shiffrin R. (1968). Human Memory: a Proposed System an its Control Process, en K. Spence y J. Spence, *The Psychology of learning and motivation. II*, New York: Academic press: 89-195.

Ausubel, D. (1973). Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento. En S. Elam (Editores). *La Educación y la Estructura del Conocimiento*. Buenos Aires, Ateneo: 211-238.

Bachelard, G. (1982). La formación del espíritu científico. (Edit. Siglo XXI, Madrid, España.

Balderas, P. (1996). Representación del concepto de cambio en ambientes computacionales. Problemas de acceso al conocimiento y enseñanza de las ciencias. IIMAS-Facultad de Ciencias. UNAM: 137-158.

Balderas, P. (1998). "La representación y el razonamiento visual en la enseñanza de la matemática", tesis doctoral, México: UNAM/ Facultad de Filosofía y Letras.

Banks, J. (1993). The canon debate, Knowledge construction and multicultural education, *Educational Researcher*, (22) 5: 4-14.

Barsalou, L. W. (1989). The instability of graded structure. Implications for the nature of concepts, en Neisser. U. (editores) *Concepts and conceptual development*, Cambridge, Cambridge University Press, 101-138.

Bereiter, C. y Scardamalia, M. (1987). An attainable version of high literacy : Approaches to teaching higher-order skills in reading and writing. *Curriculum Inquiry*, 17(1): 9-30.

Bereiter, C. (1994). Constructivism, Socioculturalism, and Popper' s Wrold 3. *Educational Researcher*, 23 (7): 21-23.

Beyerbach, B. A. y Smith, J.M. (1990). Using a Computerized Concept Mapping Program to Assess Preservice Teachers Thinking about Effective teaching . *Journal of Research in Science Teaching* 27 ( 10): 961-971.

Bloome, D. (1992). Interacción e intertextualidad en el estudio de la lecto-escritura en las aulas; el microanálisis como una tarea teórica, en M. Rueda y M.A. Campos, *Investigación etnográfica en educación*, México, UNAM, 123-180.

Brophy, J. Y Alleman, J. (1991). Activities as instructional tools: A framework for analysis and evaluation. *Educational Researcher*, 20(4): 9-23.

Brown, J.S. A., y Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researche*. 18(1): 32-42.

Brown, A. (1992). Designing experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2 (2): 141-178.

Brumby, M. (1979). Problems in learning the concept of natural selection, *Journal of Biological Education*, 13(2): 119-122.

Bruner, J.S. (1978). El proceso mental de aprendizaje. Narcea, Madrid, España.

Campos, M.A. y Gaspar, S. (1996a). El Modelo de Análisis Proposicional: un método para el estudio de la organización lógico-conceptual del conocimiento, en M.A.Campos y R.Ruiz, (editores), *Problemas de acceso al conocimiento y enseñanza de las ciencias. 1a. edición*, México, IIMAS-UNAM, 51-92.

Campos, M.A. y Gaspar, S. (1996b). La construcción del constructivismo en investigación cognoscitiva. En *Perspectivas de la educación desde América Latina. Revista Siglo XXI. 2(4)*: 31-40.

Campos, M.A. y Gaspar, S. (1997a). La problemática actual del constructivismo en investigación cognoscitiva. En *Perspectivas de la educación desde América Latina. Revista Siglo XXI 3(7)*: 20-35.

Campos, M.A. y Gaspar, S. (1997b). A detailed step-by-step procedure to use the Propositional Análisis Model to study concept organization, *Reportes de Investigación*, México, UNAM-IIMAS, 56-52.

Campos, M.A.; Gaspar, S. y Alucema, A. (1998). Análisis del discurso de la conceptualización de estudiantes de biología de nivel universitario, en Sociotam, *Revista interdisciplinaria de ciencias sociales y humanidades* (en prensa).

Campos, M.A., Sánchez, C.A.; Gaspar, S. y Paz, Vicente (1999). La organización conceptual de alumnos de sexto grado de educación básica acerca del concepto de evolución. *Revista Intercontinental de Psicología y Educación. 1 (2)*: 39-55.

Campos, M.A.; Cortés, L. y Gaspar, S. (1999). Organización conceptual de estudiantes de secundaria sobre el concepto de biomoléculas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 4 (7): 14-27

Carretero, M. (1997). Construir y enseñar las ciencias experimentales. Aique Grupo Editor S.A. Libro de edición Argentina.

Casey, K. (1995). The new narrative research in education. *Review of Research in Education*, (21): 211-253.

Chinn, C. y Brewer, W. (1993). The role of anomalous data in Knowledge acquisition : A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, 63: 1-49.

Chomsky, Noam (1957) *Syntactic structures*. En The Hague: Mouton Crothers, E.J.(1978) Inference and coherence. *Discourse Processes*, (1): 51-71.

Cobb, P. (1994). Where is the Mind? Constructivist and Sociocultural Perspectives on Mathematical Development. *Educational Researcher*, 23 (7): 13-20.

Collins, A.; Brown, J.S. y Newman, S.E. (1989). Cognitive apprenticeship : Teaching the crafts of reading, writing and mathematics. En L.B. Resnick (Editores), *Knowing, learning and instruction: Essays in honor of Robert Glaser* (453-494). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Cortés, L. y Uribe, S. (2000a). Cuaderno de Prácticas. Actividades para el laboratorio, el aula o la investigación bibliográfica. Primer grado de secundaria. McGraw-Hill/ Interamericana, México.

Cortés, L. y Uribe, S. (2000b). Cuaderno de Prácticas. Actividades para el laboratorio, el aula o la investigación bibliográfica. Segundo grado de secundaria. McGraw-Hill/ Interamericana, México.

CTGV. (1996). Multimedia environments for enhancing learning in mathematics. En S. Vosniadou, F. DeCorte. R.

Darden, L. (1991). *Theory Change in Science. Strategies form mendelian Genetics*. New York-Oxford: Oxford U.P.

Deadman, J. y Kelly, P. (1978). What do secondary school boys understand about evolution and heredity before they are taught the topics? *Journal of Biological Education*, 1(12): 7-15.

Delclos, V. y Harrington, C. (1991). Effects of strategy monitoring and proactive instruction on children's problem-solving performance. *Journal of Educational Psychology*, 83: 35-42.

Dempster, F. (1993). Exposing our students to less should help them learn more. *Phi Delta Kappan*, 74 : 433-37.

Doyle, W. (1985). Learning to teach : An emerging direction in research on preservice teacher education. *Journal of Teacher Education*, 36(1): 31-32.

Dobzhansky, T. (1973). Nothing in biology makes sense except in the light of evolution, *American Biology Teacher*, 35: 125-129.

Eisner, E. (1993). The emergence on new paradigms for educational research. *Art Education*. 46(6): 50-55.

El libro para el maestro. Biología. Secundaria (1995). Editado por la Dirección General de Materiales y métodos Educativos de la Subsecretaría de Educación Básica y Normal. México. SEP. 22-23.

Engel, E. Y Wood, C. (1985). How secondary students interpret instances of biological adaptation, *Journal of Biological Education* , 9: 243-246.

Frake, C.O. (1977) Plying frames can be dangerous: Some reflections on methodology in cognitive anthropology. *Quarterly Newsletter of the Institute of Comparative Human Development*, Rockefeller University, 1: 1-7.

Frederiksen, C. H. (1975) Representing logical and semantic structure of knowledge acquired from discourse. *Cognitive Psychology*, 7: 371-485.

Frederiksen, C. H. (1978) et al. Discourse inference: Adapting to the inferencial demands of school texts. Paper presented at the American Educational Research Association meeting, Toronto.

Frederiksen, C.H. (1984). Implications of Cognitive Theory for instruction in Problem Solving. *Review of Educational Research*, 54(3): 363-407.

Frederiksen, C.H. (1993). Inference in preschool children's conversations: a cognitive perspective, en J. Green y C. Wallat. *Ethnography and language in educational settings*. Norwood (N.J.), Ablex, 303-350.

Garnham, A. Oakhill, J. (1996) *Manual de psicología del pensamiento. Pensar y Razonar*. Paidós. Barcelona, Buenos Aires, México.

Garton, A.F. (1994) *Interacción social y desarrollo del lenguaje y la cognición*. Temas de Educación. Paidós. Barcelona, España.

Gilbert, J.K. (1982). A constructivist Approach to Chemical Education. (Symposium: Chemical Education Research: Implications for Teaching, (Aston, 1982).

Glaser, R. (1989). Learning Theory and the Study of Instruction., *Annual Review of Psychologist*, 40: 631-666.

Glaser, R. (1990). The Reemergence of Learning Theory Within Instructional Research., *American Psychologist*, 45(1): 29-39.

Good, T.L. y Brophy, J. (1997) *Psicología Educativa Contemporánea*. McGraw-Hill. México.

Gowin, D.B. (1981). *Educating*. Ithaca, NY: Cornell University Press.

Guillén, F. C. (1996). ¿Qué saben los estudiantes de secundaria sobre el tema de evolución?. Problemas de acceso al conocimiento y enseñanza de las ciencias. IIMAS-Facultad de Ciencias. UNAM: 181-207.

Guillén, F. C. (1997). Algunos aspectos a considerar en la enseñanza de la biología. en *Contenidos relevantes de ciencias naturales para la educación básica*. 1a. edición, México. Fundación SNTE para la cultura del Maestro Mexicano, A.C. 53-63.

Guillén, F.C. (1998) *Construcción de un modelo de enseñanza para biología*, tesis doctoral, México: UNAM/ Facultad de Ciencias.

Gumperz, J.J. (1977) The conversational analysis of interethnic communication. In E.L. Ross (Eds.) *Interethnic communication*. Proceedings of the Southern Anthropological Association, Athens, G.A, University of Georgia Press.

Helm, H. y Novak, J.D. (1983). *Proceedings of the International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics*. Department of Education. (Cornell University Press : Ithaca, NY).

Hernández, M. C. (1996). La enseñanza de la historia del evolucionismo: un estudio de caso. Problemas de acceso al conocimiento y enseñanza de las ciencias. IIMAS-Facultad de Ciencias. UNAM: 159-180.

Hernández, M. E. (1994) El papel del conocimiento previo y la legibilidad del libro de texto en el aprendizaje de la teoría sintética de la evolución en la escuela secundaria, tesis de maestría, México: UNAM / Facultad de Ciencias.

Herrera, E. (1986). Bioquímica. EMALSA, S.A., Madrid. 1-8.

Jungwirth, E. (1975) The problem of teleology in biology as a problem of biology teacher education, *Journal of Biological Education*, 9: 243-246.

Kagan, D. (1990). Ways of evaluating teacher cognition: Inferences concerning the Goldilocks Principle. *Review of Educational Research*, 51(4): 455-498.

Kelly, G. y Crawford, t. (1997). "An ethnographic investigation of the discourse processes of school science, en *Science Education*, 81 (5): 533-559.

King, A. (1994). Guiding Knowledge Construction in the Classroom: Effects of Teaching Children How to Question and How to Explain. *American Educational Research Journal*. 31(2): 338-368.

Kintsch, W. (1974) *The representation of meaning in memory*. Hillsdale, N. J: Lawrence Erlbaum Associates.

Kintsch, W & Van Dijk, T. A. (1975) Comment on se rapelle et on resume des histoires. *Languajes*, 40: 98-116.

Kitcher, P. (1993). *The Advancement of Science*. Oxford: Oxford U.P. Capítulos 3 y 4.

Koschmann, T.D.; Myers, A.C.; Feltovich, P.J. y Barrows, H.S. (1994). Using technology to assist in realizing effective learning and instruction: A principled approach to the use of computers in collaborative learning. *The Journal of the Learning sciences*. 3(3): 227-264.

Kuhn, T. (1979). Postscript 1969. En: Kuhn, T. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions*, 2a de. Chicago: Chicago U.P.

Lajoie, S.P.; Greer, J.E.; Munsie, S.; Wilkie, T.; Guerrero, C. y Alcong, P. (1995). Establishing an argumentation environment to foster scientific reasoning with Bio-World. Ponencia presentada en la International Conference on Computers in Education, Singapur.

Lakatos, I. (1970). Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes. En : Lakatos, I. y Musgrave, A. (1970), (Editores). *Criticism and the Growth of Knowledge*: Cambridge: Cambridge U.P.

Langford, P. (1990). El desarrollo del pensamiento conceptual en la escuela secundaria. Ediciones Paidós. Barcelona, Buenos Aires, México.

Lastra, Y. (1997). Sociolingüística para hispanoamericanos. Una introducción. Editada por el Colegio de México. México.

LeCompte, M. y Preissle, J. (1992). *Ethnography and qualitative design in educational research*, San Diego, Academic Press.

Lemke, J. (1992). *Talking Science*. Norwood (NJ). Ablex.

Lucas, A (1987) Public Knowledge of Biology, *Journal of Biological Education*, 21 (1): 41-45.

Luke, A. (1995). Text and discourse in education: An introduction to critical discourse analysis. *Review of Research in Education* (21): 3-48

Matthews, M. R. (1994). *Science Teaching. The role of history and philosophy of science*. New York: Routhledge (Capítulo 7: Constructivism and Science Education), 137-161.

Mayr, E. (1982). *The growth of biological thought*, Cambridge (MA): Harvard University Press.

Merrill, D.C.; Reiser, B.,J.; Ranney, M. y Tratton, J.G. (1992). Effective tutoring techniques: A comparison of human tutors and intelligent tutoring systems. *The Journal of the Learning Sciences*. 2(3): 277-305.

Miller, W. (1971). "The death of language or serendipity among the Soshoni", *AL 113*: 114-120.

Neisser, U. (1989). From direct perception to conceptual structure, en U. Neiseer (editores), 11-23.

Novak, J.D. (1985). Metalearning and Metaknowledge Strategies to Help Students Learn How to Learn, in Leo West y Leon Pines (editores) *Cognitive Structure and Conceptual Change*.(In the Educational Psychology Series). (Academic Press: Orlando, Florida), 189-209.

Novak, J.D. y Gowin, R. (1984). *Learning to Learn*, Cambridge University Press: Cambridge.

Novak, J.D. (1988). Constructivismo humano, un concepto emergente., *Enseñanza de las ciencias 6(3)*: 213-223.

Novak, J.D. (1991) Clarify with Concepts Maps. A tool for students and teachers alike, *The Science Teacher*, 58 (7): 45-49.

Novak, J.D. y Musonda, D. (1991). A Twelve Year Longitudinal Study of Science Concept Learning. *American educational Research Journal 28(1)*: 117-153.

Olby, R.C. (1997). " Mendel, Mendelism and Genetics " En : Mendel Web. [Http:// www.netspace.org/Mendel Web/](http://www.netspace.org/Mendel%20Web/) 1-26.

Ontoria, A. et al. (1995) Mapas Conceptuales. Una técnica para aprender. 5º edición. Narcea. S.A. de Ediciones Madrid, España.

Osborne, R. and Freyberg, P. (Eds.) (1985). Learning in Science: the implications of children's science. Heinemann Educational Books.

Perkins, D. N. y Salomon, G. (1993). Are cognitive skills context-bound?. En Woolfolk, A.E. Readings and cases in Educational Psychology Boston: Allyn and Bacon, 127-140.

Plan y Programas de Estudio, SEP, DGEM, 1993.

Pintrich, P. R., Marx, R.W. y Boyle, R.A (1993). Beyond Cold Conceptual Change: The Role of Motivational Beliefs and Classroom Contextual Factors in the Process of Conceptual Change. *Review of Educational Research*, 63(2): 167-199.

Polanyi, M. (1975). La lógica de la inferencia tácita, en F.J. Crosson, *Inteligencia humana e inteligencia artificial*, New York, Meredith, 267-291.

Posner, G.J.; Strike, K.A.; Hewson, P.W. and Gerttzoig, W.A. (1982). Accommodation of a Scientific Concepts: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66 (2): 211-227.

Pozo, J.I.; Gómez, M. A. (1998) Aprender y enseñar ciencia. Ediciones Morata. Madrid, España.

Prawat, R.S. (1989). Promoting Access to Knowledge, Strategy, and Disposition in Students. A Research Synthesis. *Review Educational Research*. 59(1): 1-41.

Puig. L. (1991). Discurso y argumentación: un análisis semántico y pragmático. México, UNAM.

Quiroz, R. (1991). Obstáculos para la apropiación del contenido académico en la escuela secundaria, *Infancia y Aprendizaje*.

Resnick, L.B. (1987). The 1987 Address. Learning in school and out. *Educational Researcher*, 13-20.

Rosenberg, A. (1985) *The Structure of Biological Science*, N.Y: Cambridge University Press.

Roth, W.M. (1994) Student Views of Collaborative concept Mapping : *An Emancipatory research Project. Science Education* 78 (1): 1-34.

Ruiz, R. (1996a). La Metodología científica y la enseñanza de la ciencia, en M.A. Campos y R. Ruiz (editores) *Problemas de acceso al conocimiento y enseñanza de las ciencias*. IIMAS-Facultad de Ciencias. UNAM, 1-26.

Ruiz, R. (1996b). *Darwinismo*. Facultad de Ciencias de la UNAM. Departamento de Biología.

Ruiz, R. Ayala, F. (1998). *El método en las ciencias*. Epistemología y Darwinismo. Fondo de Cultura Económica. México.

Rumelhart, D.E. & Norman, D.A. (1975) The active structural network. In D.A. Norman and D.E. Rumelhart (Eds.) (1975) *Explorations in cognition*. San Francisco, CA: W. H. Freeman.

Sánchez, M.C. (2000). *La enseñanza de la evolución biológica a partir de las concepciones alternativas de los estudiantes*. Tesis doctoral. UNAM/ Fac. de Ciencias.

Scandura, J. (1981). Problem Solving in Schools and Beyond. Transitions from Naive to the Neophyte to the Master. *Educational Psychologist*, 16(3): 139-150.

Shapere, D. (1974). "On the Relations between Compositional and Evolutionary Theories". En : Ayala, F. y Dobzhansky , T. (1974). (Editores). *Studies in the Philosophy of Biology*. Berkeley: University of California Press, 518-565.

Shayer, M. (1974). Conceptual demands in the O-level Nuffield biology course, *School Science Review*, 56: 381-388.

Spiro, R.J.; Feltovich, P.J. y Coulson, R.L. (1991). Cognitive flexibility, constructivism and hypertext: Random access instruction for advanced

knowledge acquisition in structured domains. *Educational Technology*, 31(5): 24-33.

Stein, N.L. and Glenn, C.G. (1978). An analysis of story comprehension in elementary school children. In R. Freedle (Ed.) *Advance in discourse processing*. Norwood, N.J: Ablex Publishing Corp.

Stemberg, R. (1987). The psychology of verbal comprehension, en R. Glaser (editores), *Advances in instructional psychology*. Hillsdale, LEA, (3): 97-150.

Stewart, J.; Van Kirk, J. y Rowell, R. (1979). Concept Maps: A tool for Use in Biology Teaching. *The American Biology Teacher*, 41(3): 171-175.

Swanson, H.L. (1990). Influence of metacognitive Knowledge and aptitude on problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 82: 306-314.

Trudgill, Peter (1986). *Dialects in Contact*, Oxford, Basil Blackwell.

van Dijk, T. A. (1977). Macro-structures and cognition. In M.A. Just and P.A. Carpenter (Eds.), *Cognitive processes in comprehension*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.

von Glaserfeld, E. (1989). Knowing without metaphysics: Aspects of the radical constructivist position. EDRS, Microfiche.

Vygotsky, L. (1934/1992). *Pensamiento y Lenguaje. Teoría del Desarrollo Cultural de las Funciones Psíquicas*. México. Ediciones Quinto Sol.

Wadersee, J.H. (1990). Concept Mapping and the Cartography of Cognition. *Journal of Research In Science teaching*, 27(10): 923-936.

Villee, C. (1995) *Biología*. Traducida de la séptima edición en Inglés. Editorial McGraw-Hill, México.

Wandersee, J.H. (1990). Concept Mapping and the Cartography of Cognition. *Journal of Research In Science Teaching*, 27 (10): 923-936.

White, R. (1992). Implications of recent research on learning for curriculum and assesment. *Journal of Curriculum Studies*, 24(2): 153-164.

**ANEXO**

## SIMBOLOGÍA

### *En los mapas proposicionales:*

Los conceptos se presentan en mayúsculas y en globos blancos

Los núcleos conceptuales se enmarcan en globos oscuros.

P1, P2..... Indican las proposiciones del referente-criterio

p1, p2..... Indican las proposiciones de la estudiante

R1, R2.....Identifican a las relaciones lógicas del referente-criterio

r1, r2.....Identifican a las relaciones lógicas de la estudiante

Las flechas indican la terminación de cada proposición.

### *En los mapas de correspondencia:*

Los globos vacíos son los que la estudiante no expresó en su discurso, pero se encuentran presentes en el referente-criterio.

Las líneas continuas oscuras indican que las relaciones lógicas son idénticas y el signo que se utiliza es (=)

Las líneas continuas simples indican que las relaciones lógicas son equivalentes y utilizan el signo ( $\sim$ )

Las líneas punteadas indican que las relaciones lógicas son alusivas y utilizan el signo ( $\sim$ )

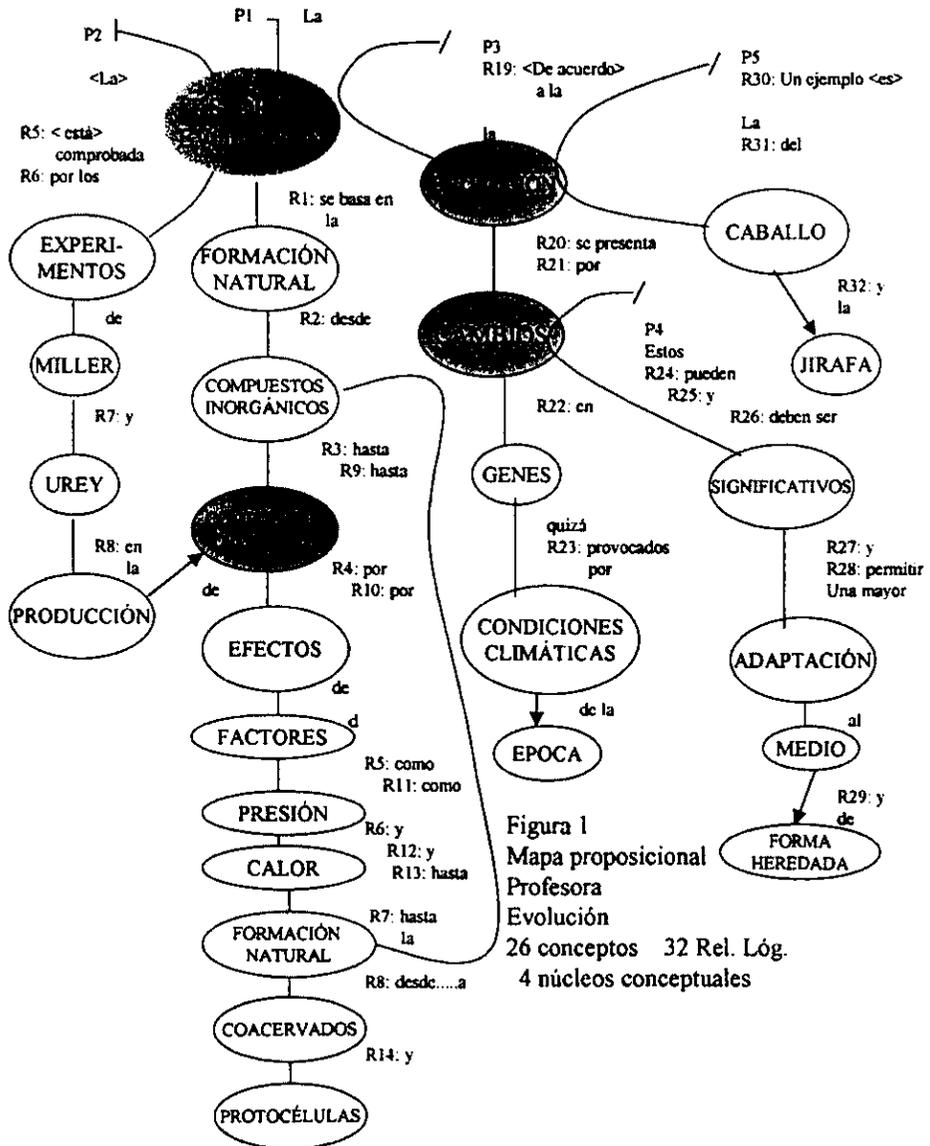


Figura 1  
 Mapa proposicional  
 Profesora  
 Evolución  
 26 conceptos 32 Rel. Lóg.  
 4 núcleos conceptuales

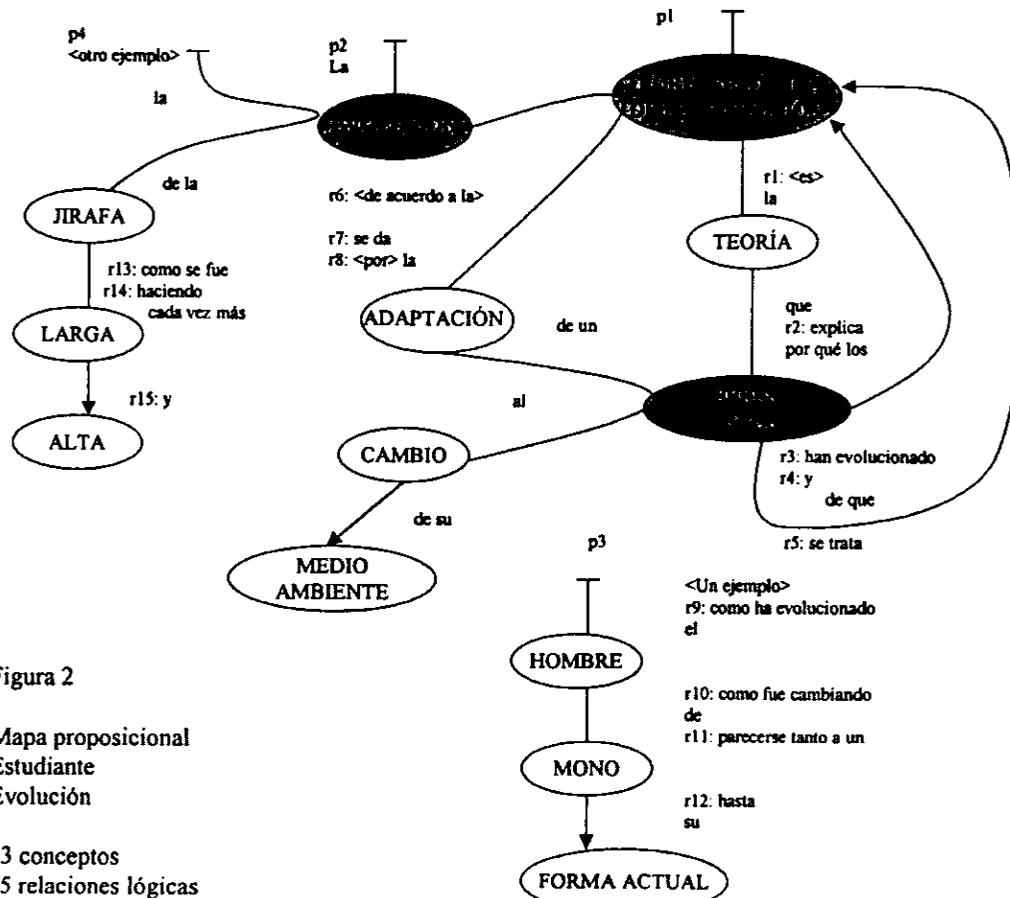


Figura 2

Mapa proposicional  
Estudiante  
Evolución

13 conceptos  
15 relaciones lógicas

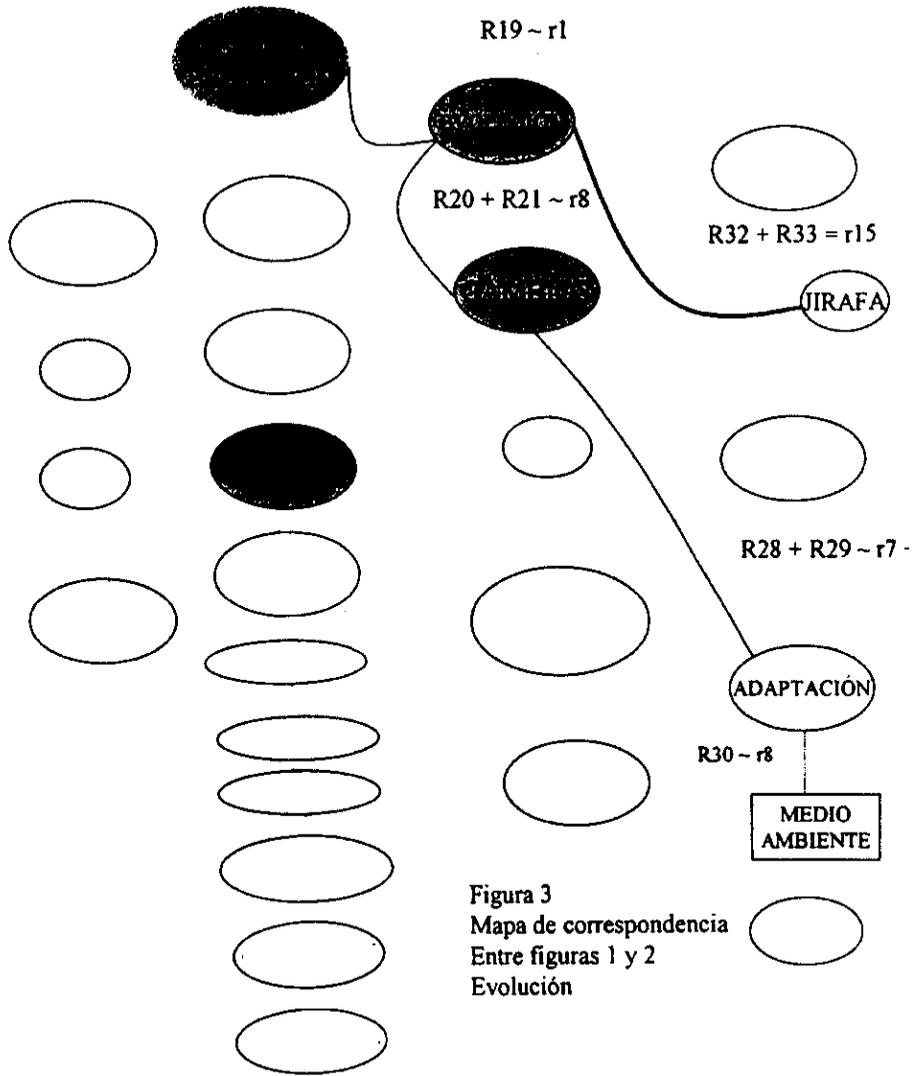


Figura 3  
 Mapa de correspondencia  
 Entre figuras 1 y 2  
 Evolución

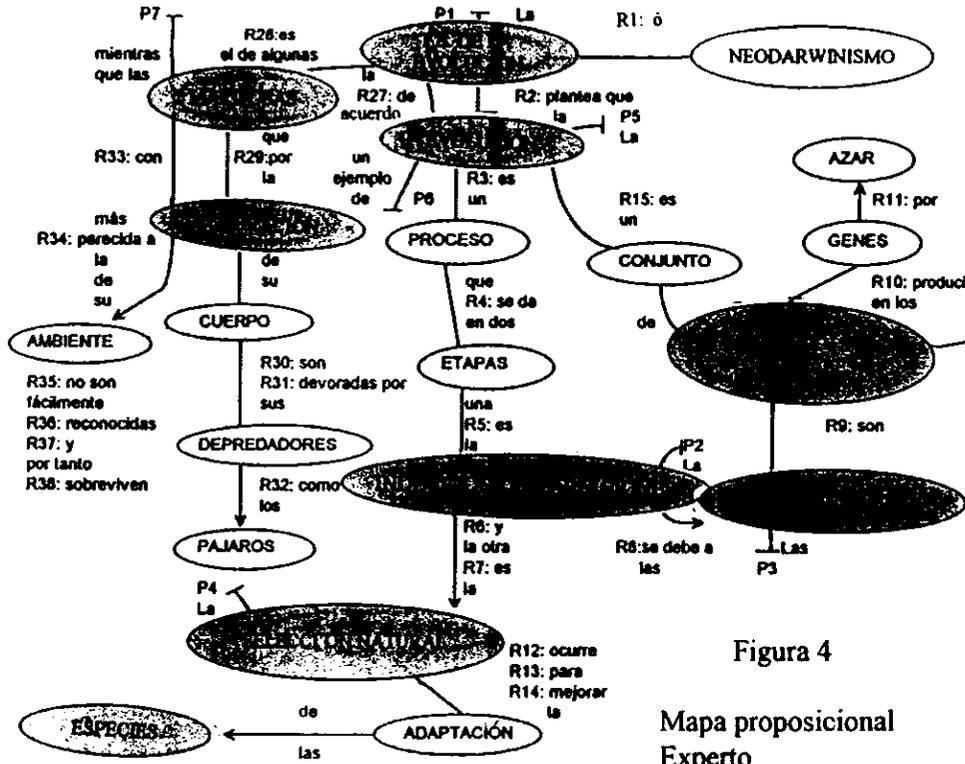
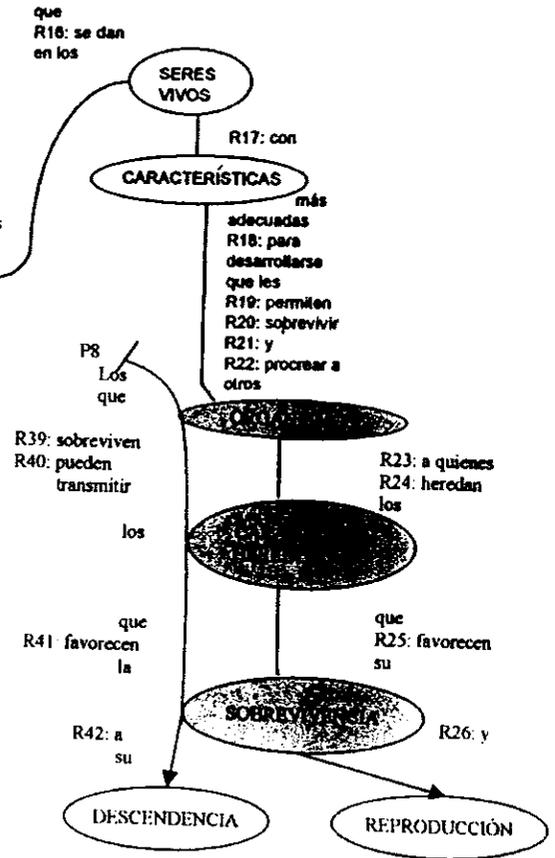


Figura 4

Mapa proposicional  
 Experto  
 Evolución  
 27 conceptos  
 42 relaciones lógicas  
 12 núcleos conceptuales



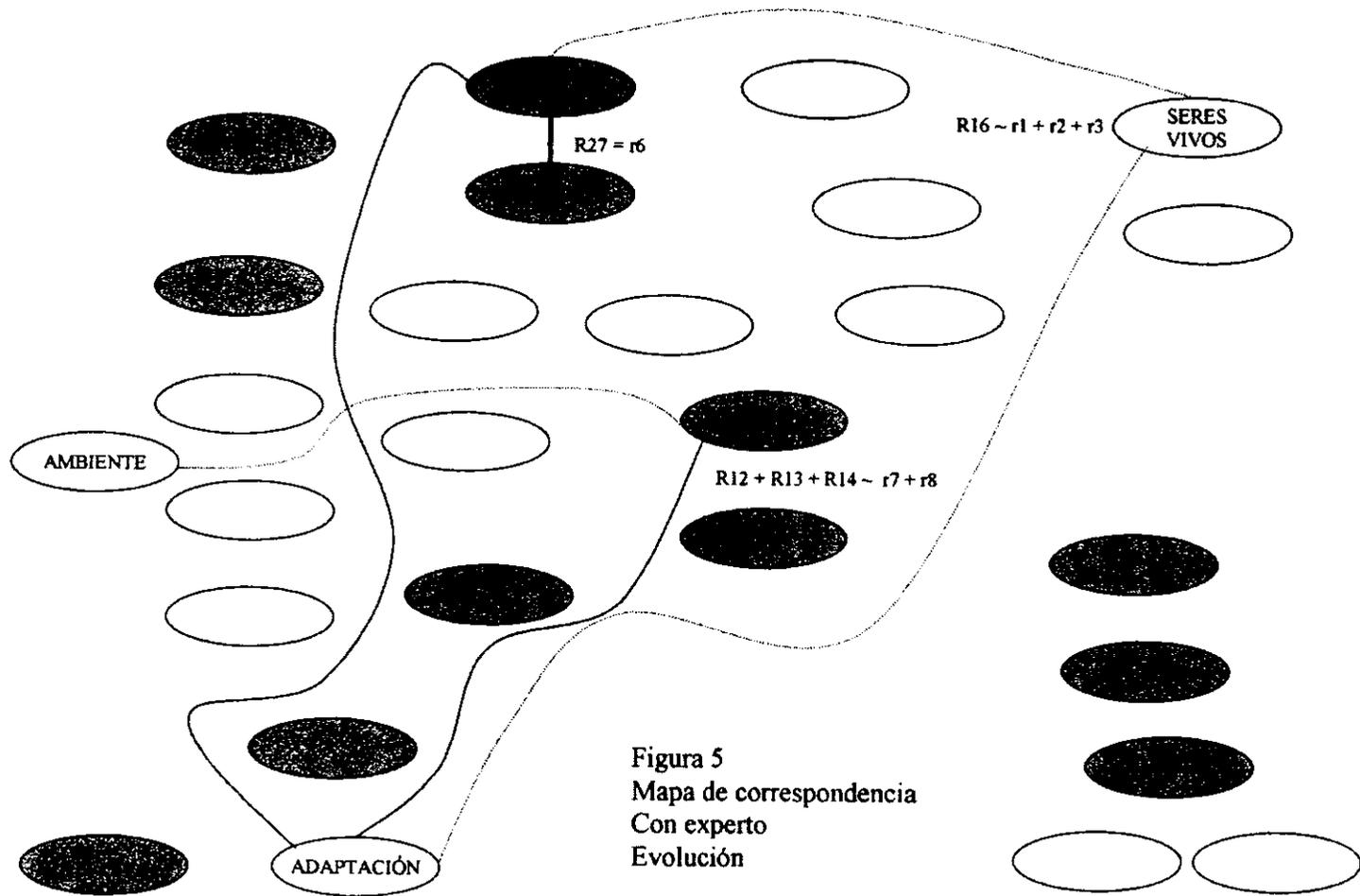


Figura 5  
 Mapa de correspondencia  
 Con experto  
 Evolución

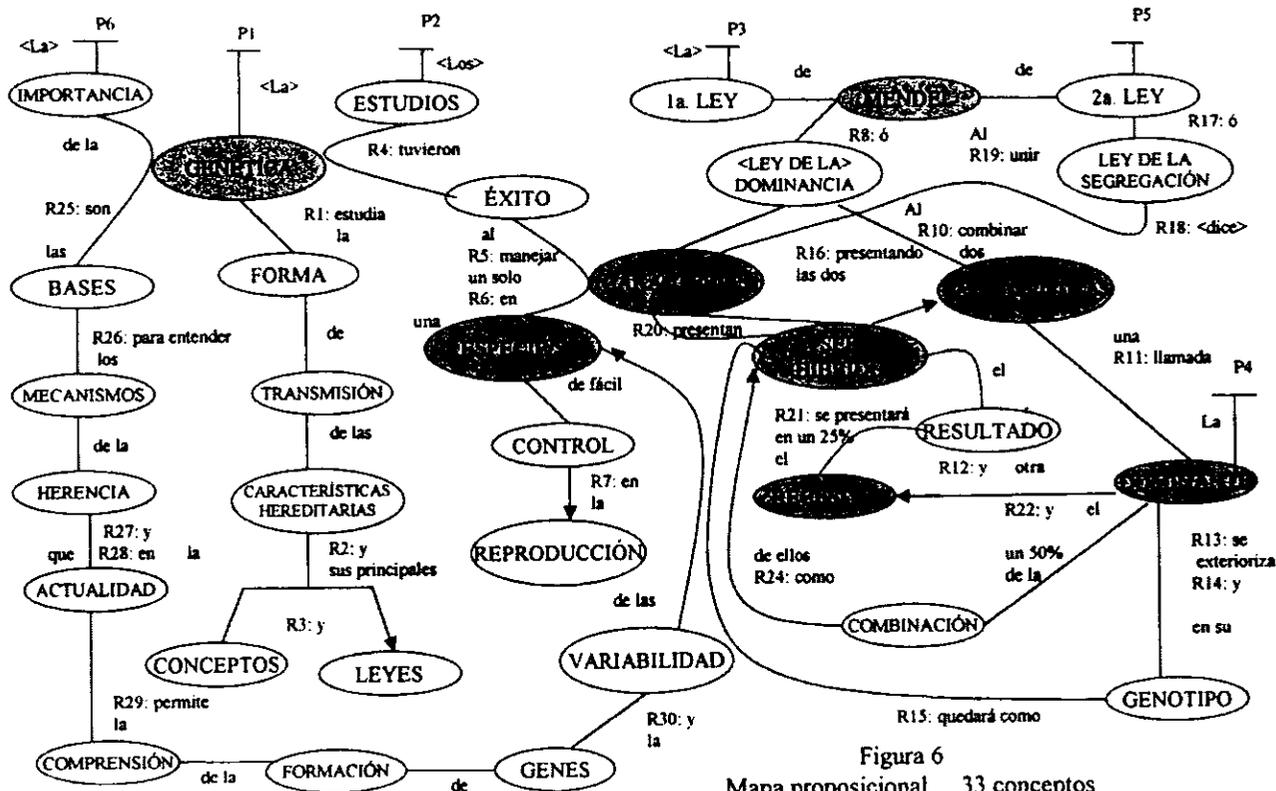


Figura 6  
 Mapa proposicional 33 conceptos  
 Profesora 30 Rel Lóg.  
 Genética 8 núcleos

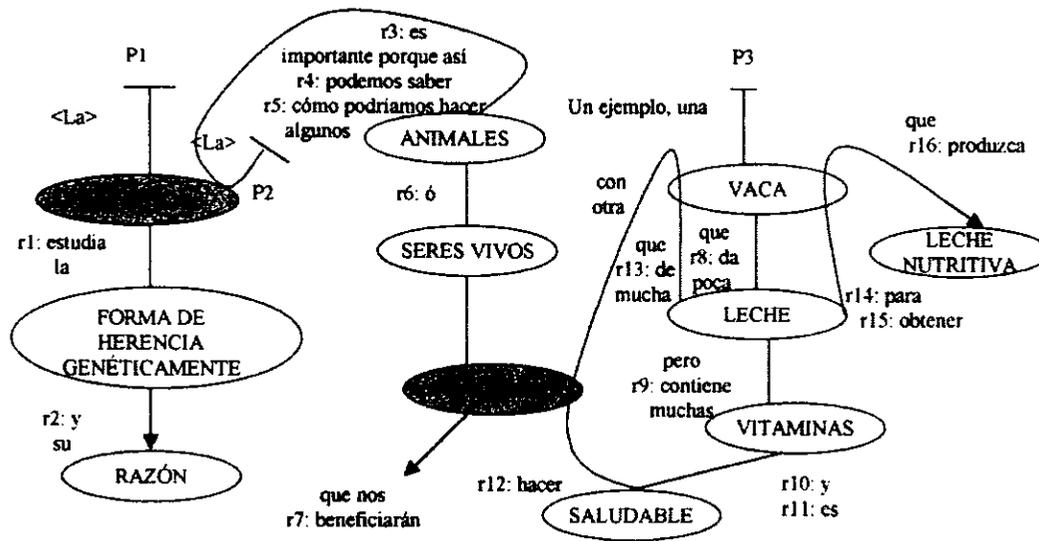


Figura 7

Mapa proposicional  
 Estudiante  
 Genética

11 conceptos  
 16 relaciones lógicas  
 2 núcleos conceptuales

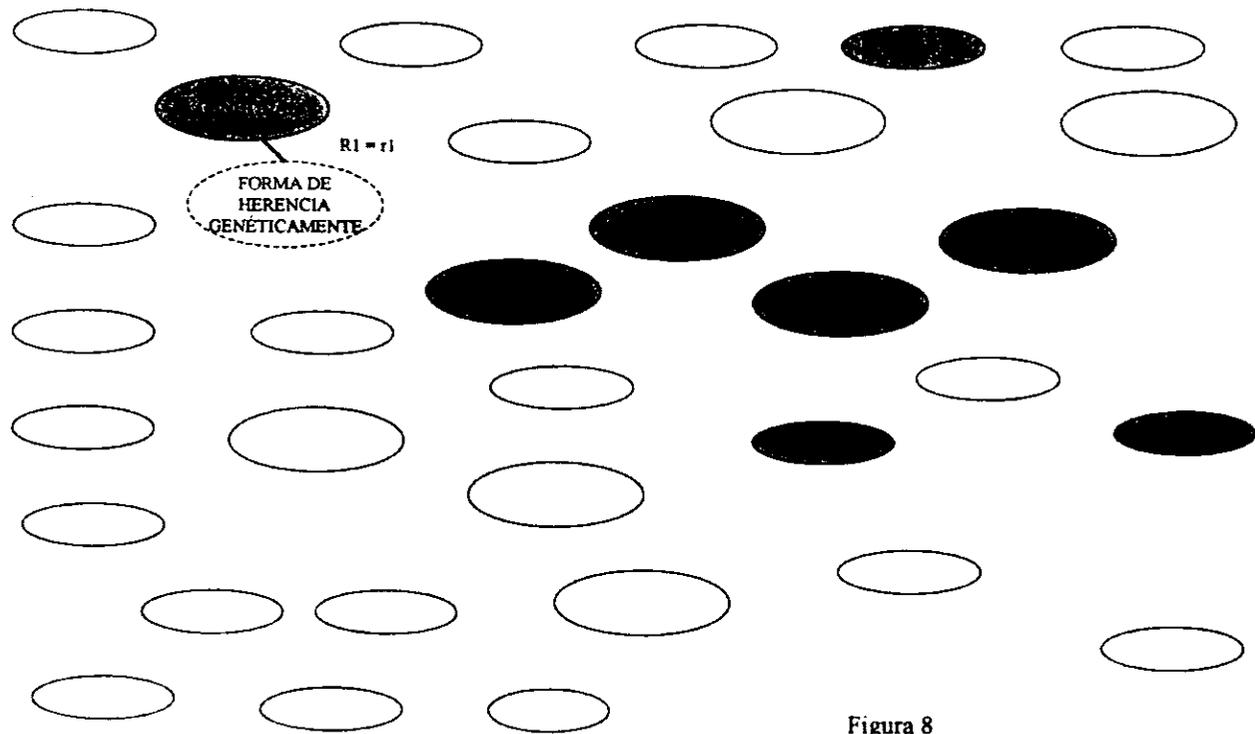


Figura 8

Mapa de correspondencia  
 Entre figuras 6 y 7  
 Genética

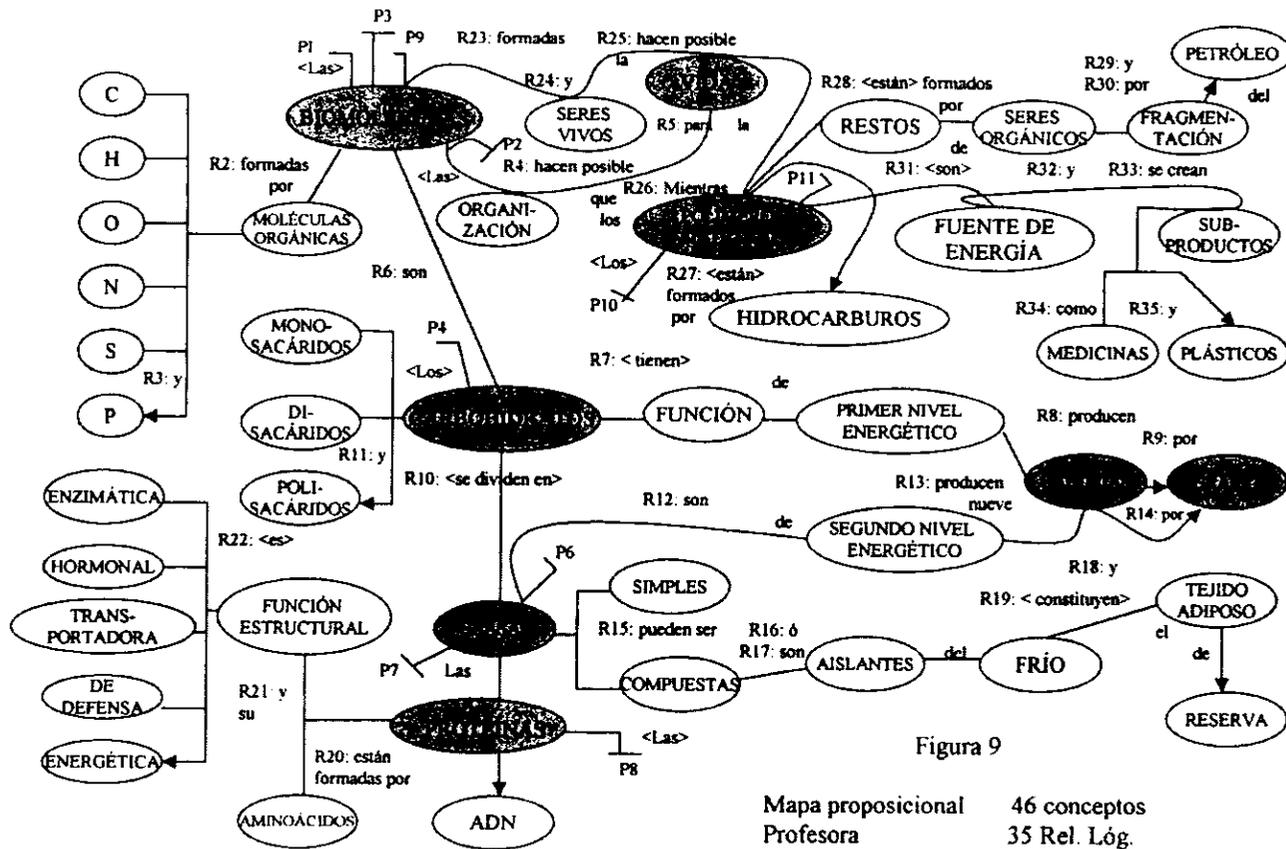


Figura 9

Mapa proposicional 46 conceptos  
 Profesora 35 Rel. Lóg.  
 Biomoléculas 8 núcleos

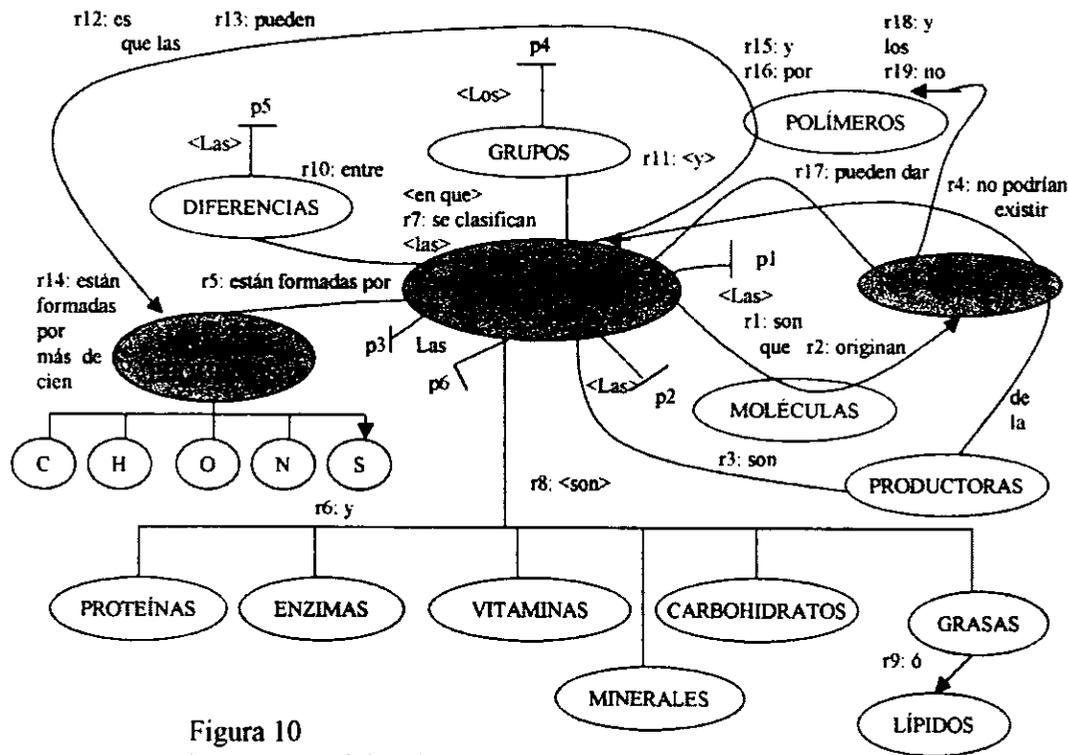


Figura 10  
 Mapa proposicional  
 Estudiante  
 Biomoléculas  
 20 conceptos    19 relaciones lógicas  
 3 núcleos conceptuales



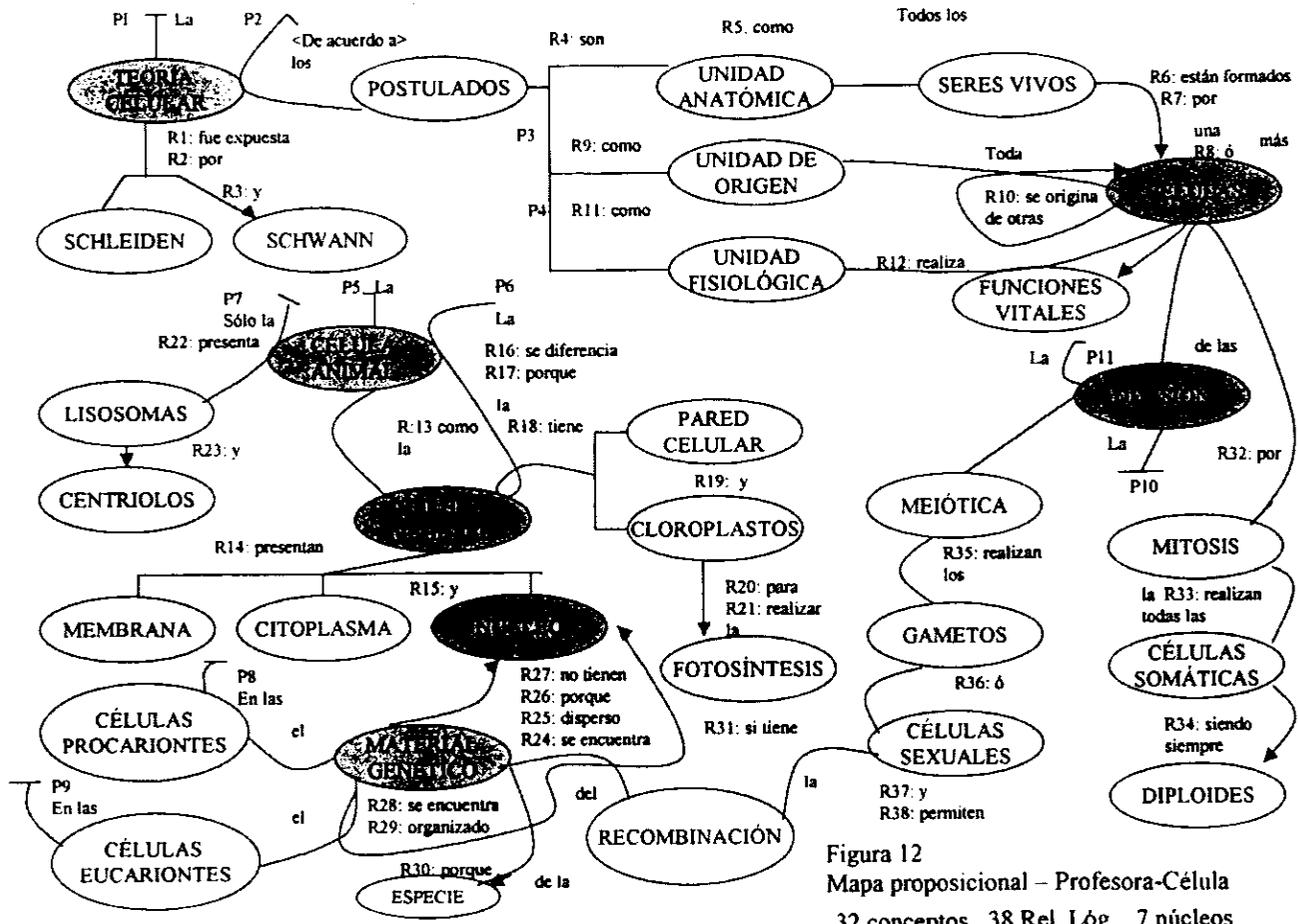


Figura 12  
 Mapa proposicional – Profesora-Célula  
 32 conceptos 38 Rel. Lóg. 7 núcleos

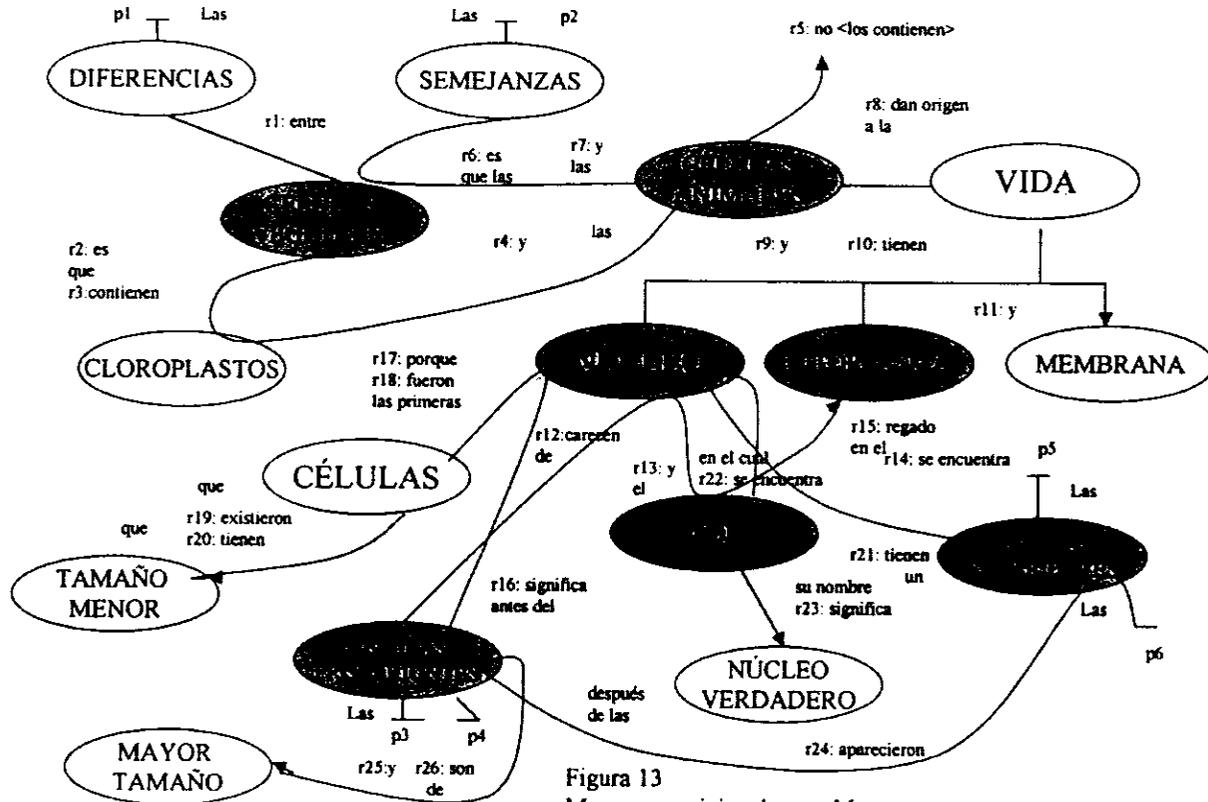


Figura 13  
 Mapa proposicional  
 Estudiante  
 Célula  
 16 conceptos  
 26 Rel. Lóg.  
 7 Núcleos

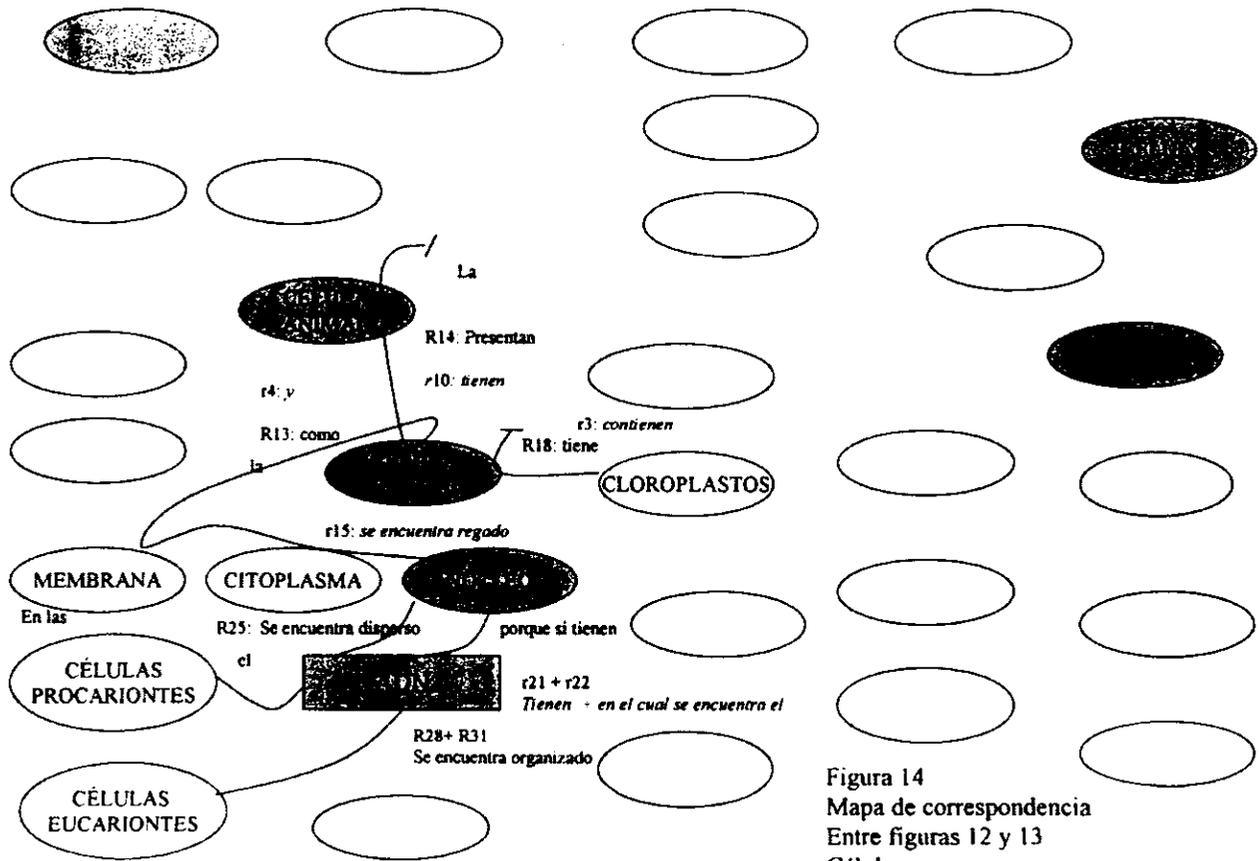


Figura 14  
 Mapa de correspondencia  
 Entre figuras 12 y 13  
 Célula

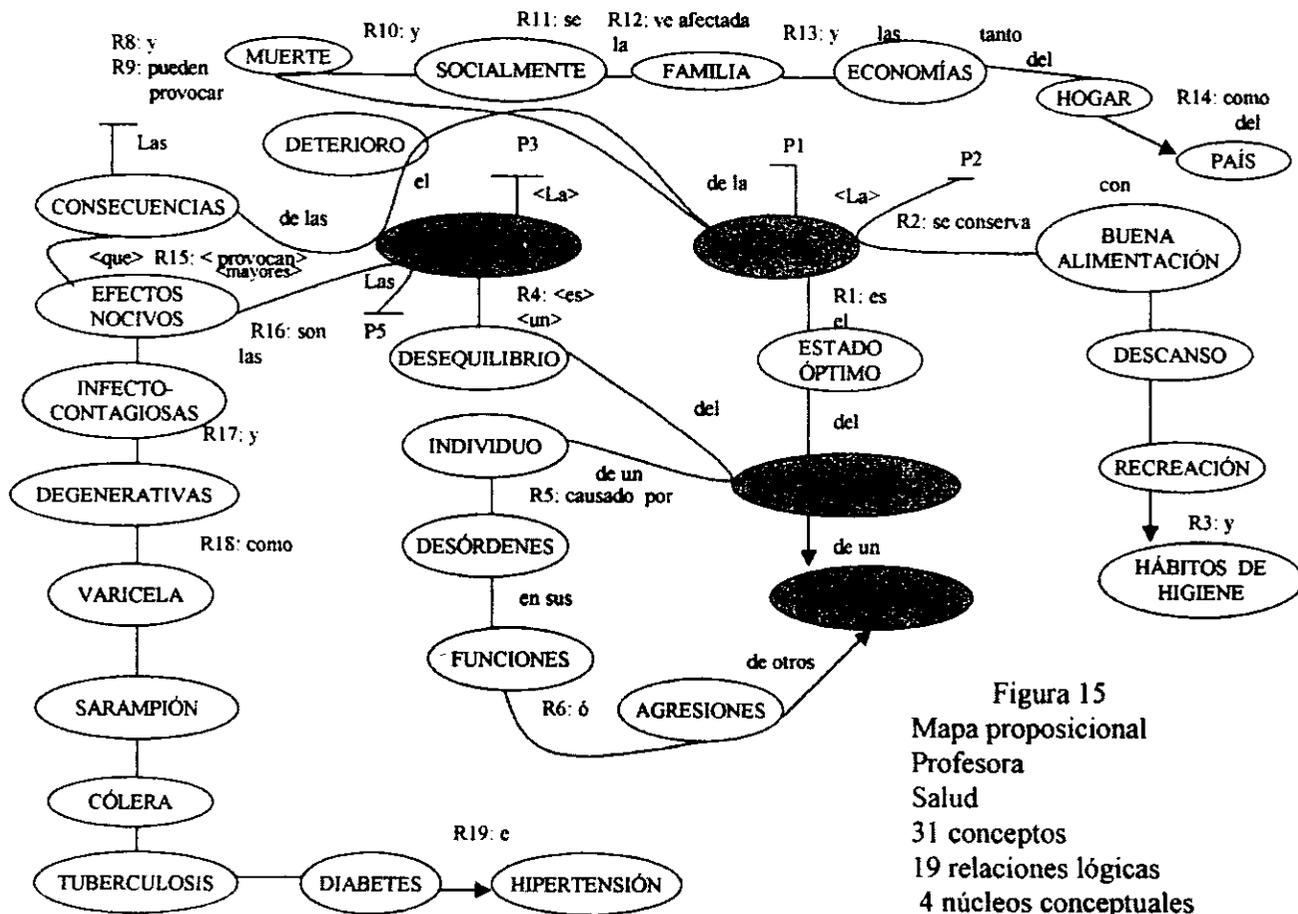


Figura 15  
 Mapa proposicional  
 Profesora  
 Salud  
 31 conceptos  
 19 relaciones lógicas  
 4 núcleos conceptuales

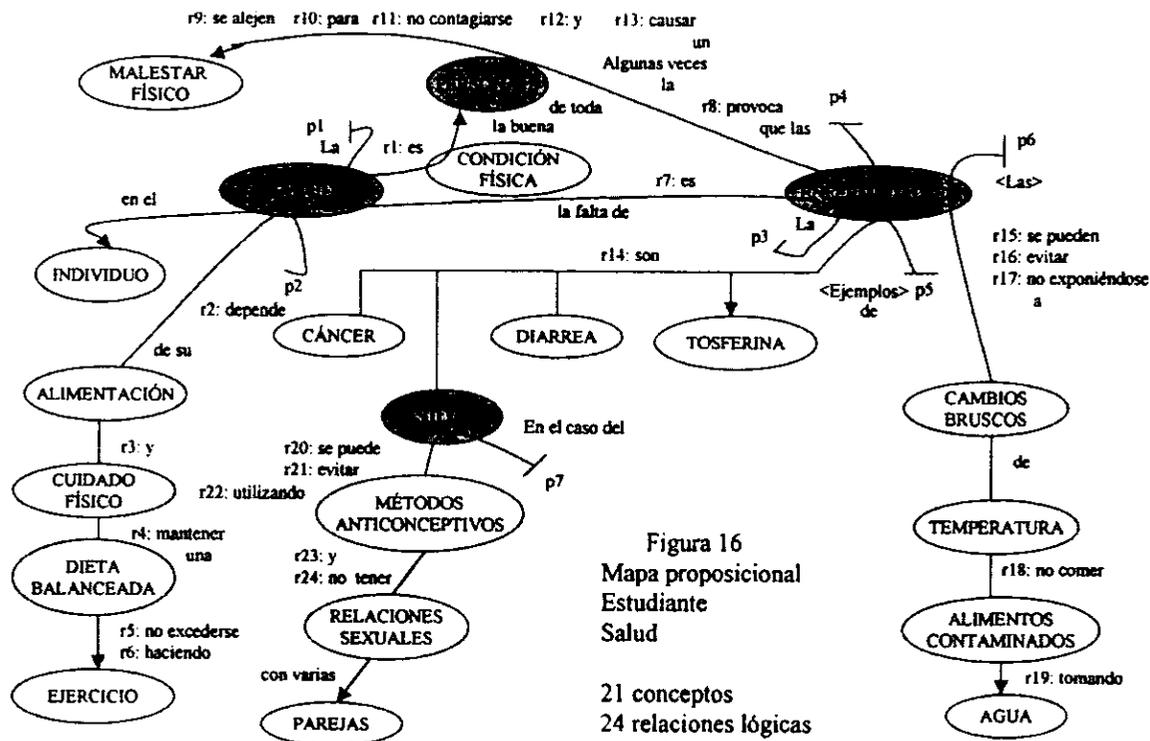


Figura 16  
 Mapa proposicional  
 Estudiante  
 Salud

21 conceptos  
 24 relaciones lógicas  
 4 núcleos conceptuales

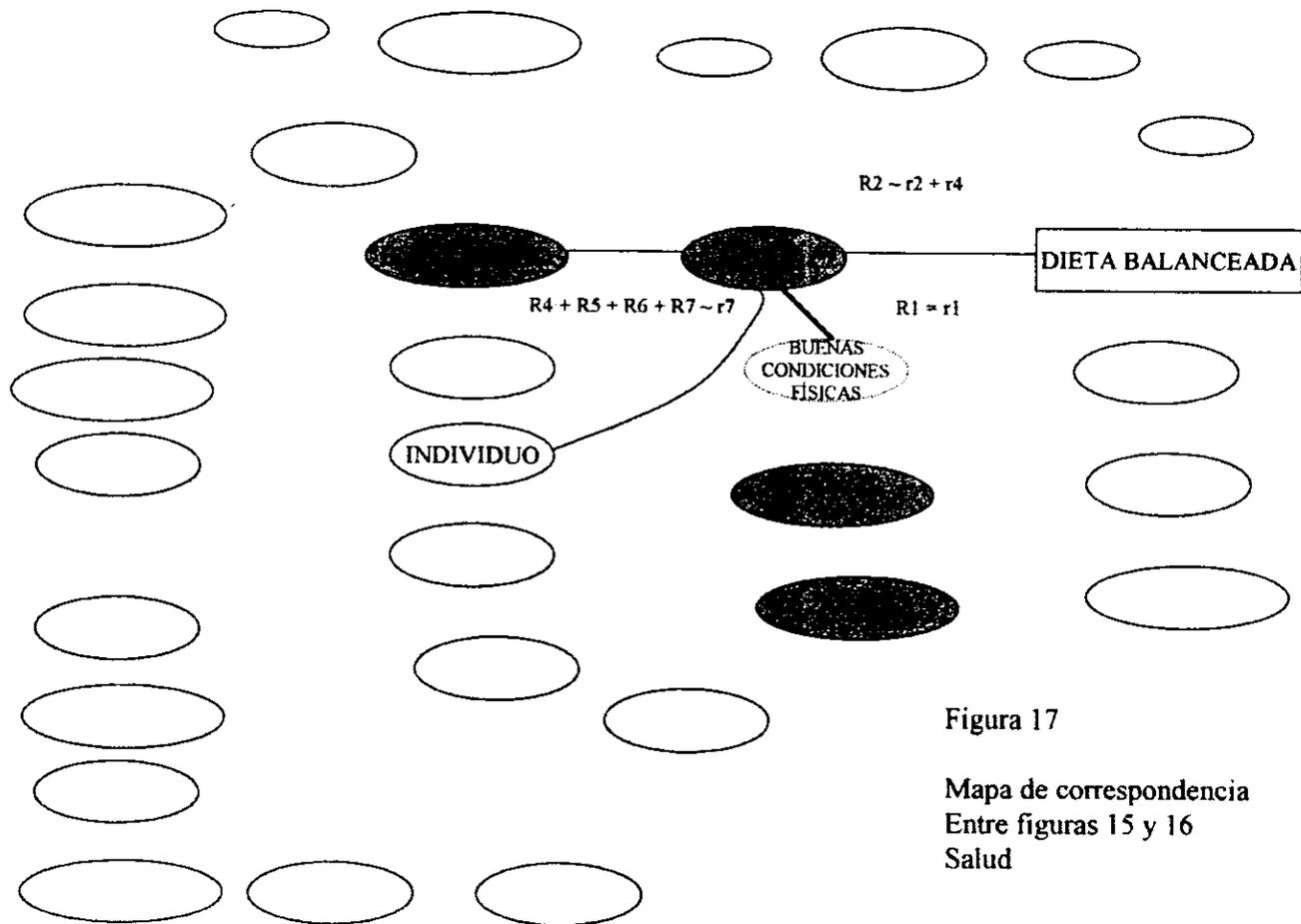


Figura 17

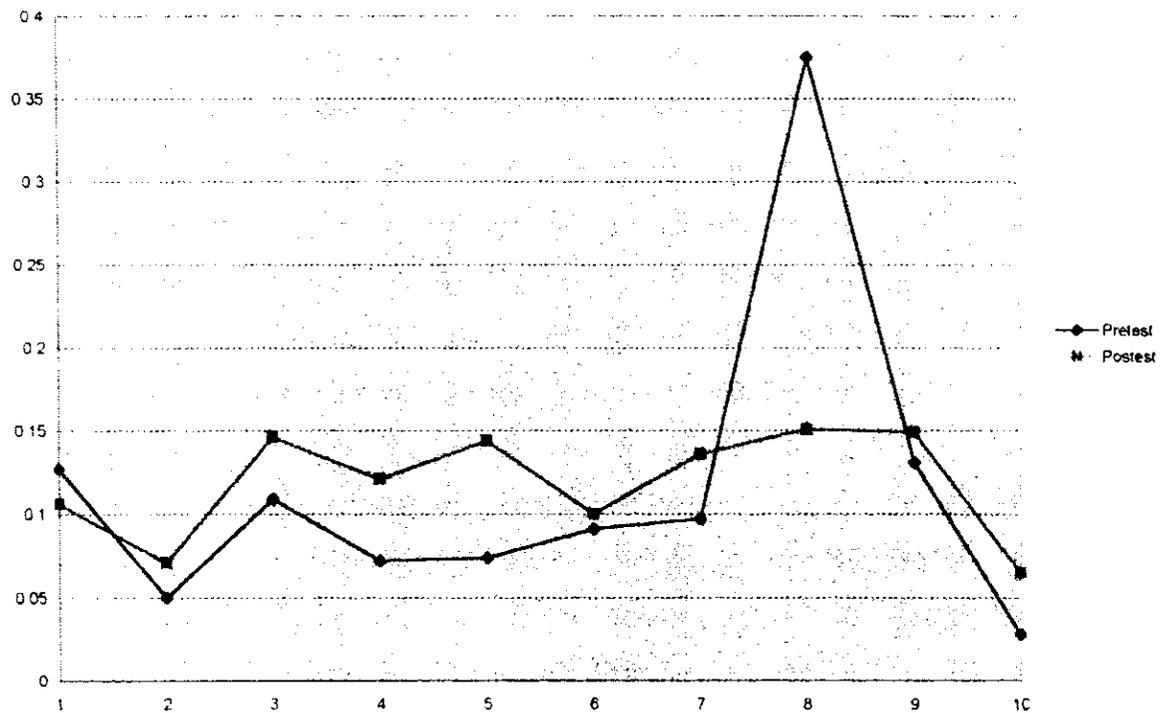
Mapa de correspondencia  
Entre figuras 15 y 16  
Salud

# GRÁFICAS

BIOMOLECULAS

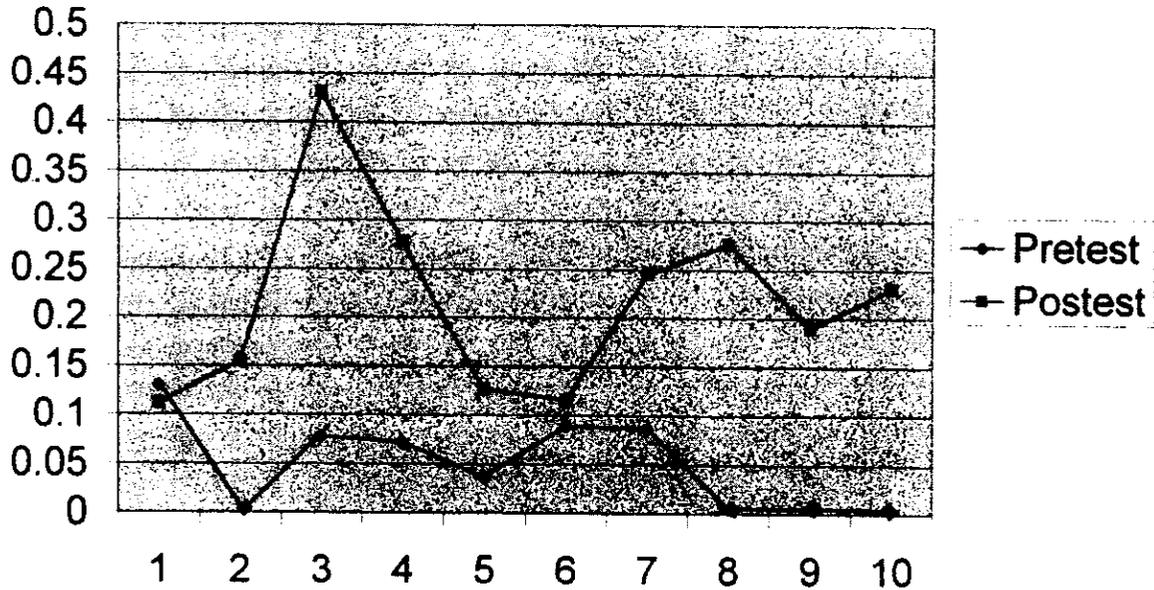
Gpo. A

Pretest vs Postest



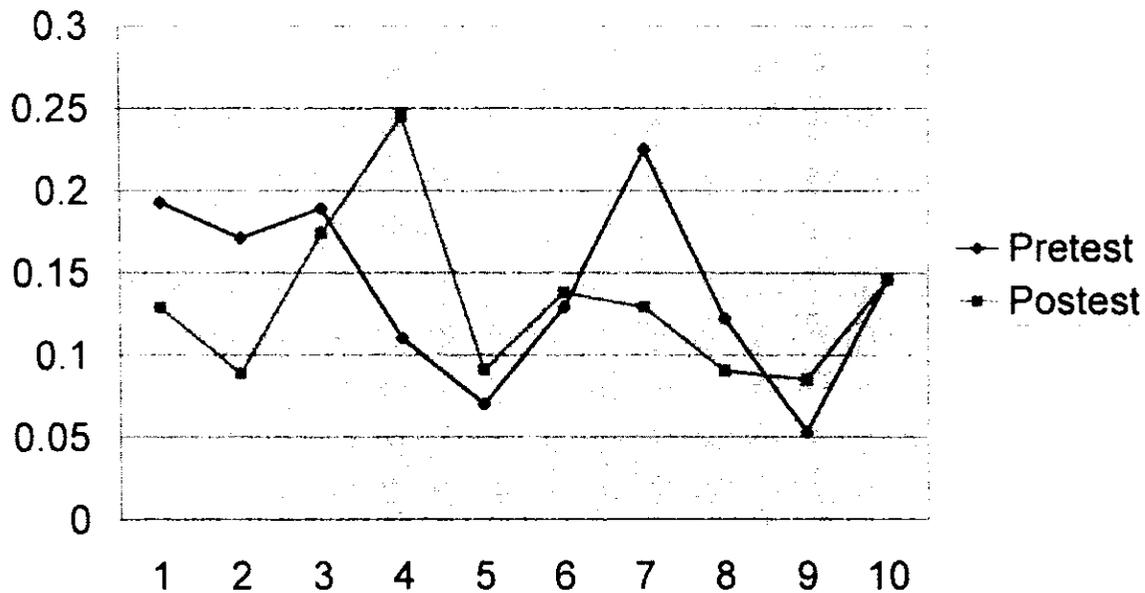
Gráfica No. 1

# CELULA Grupo A Pretest vs Posttest



Gráfica No. 2

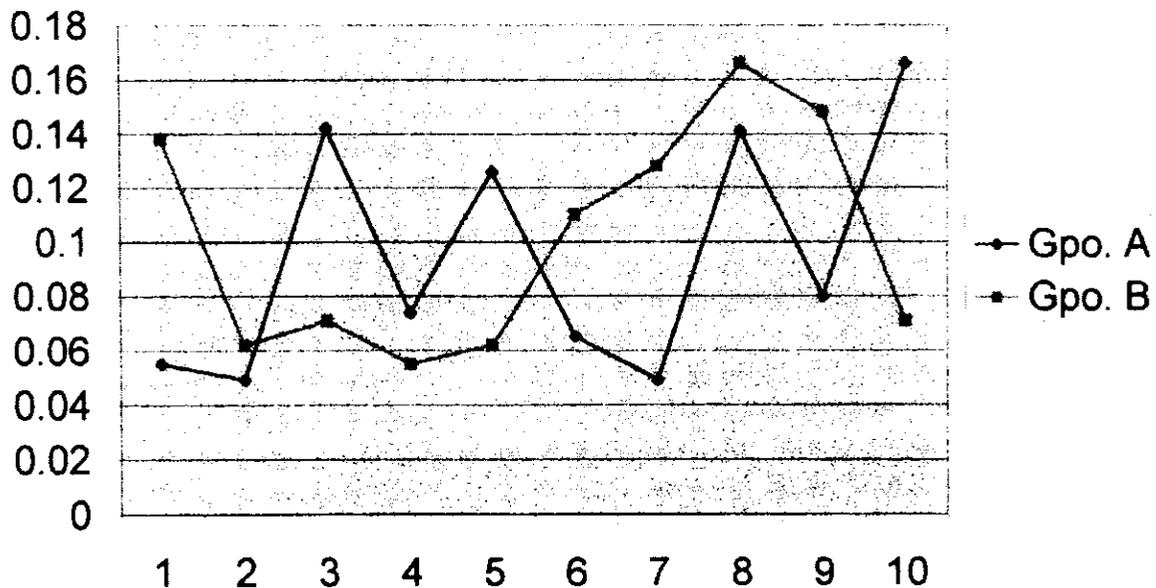
# SALUD Grupo A Pretest vs Posttest



Gráfica No. 3

# EVOLUCION

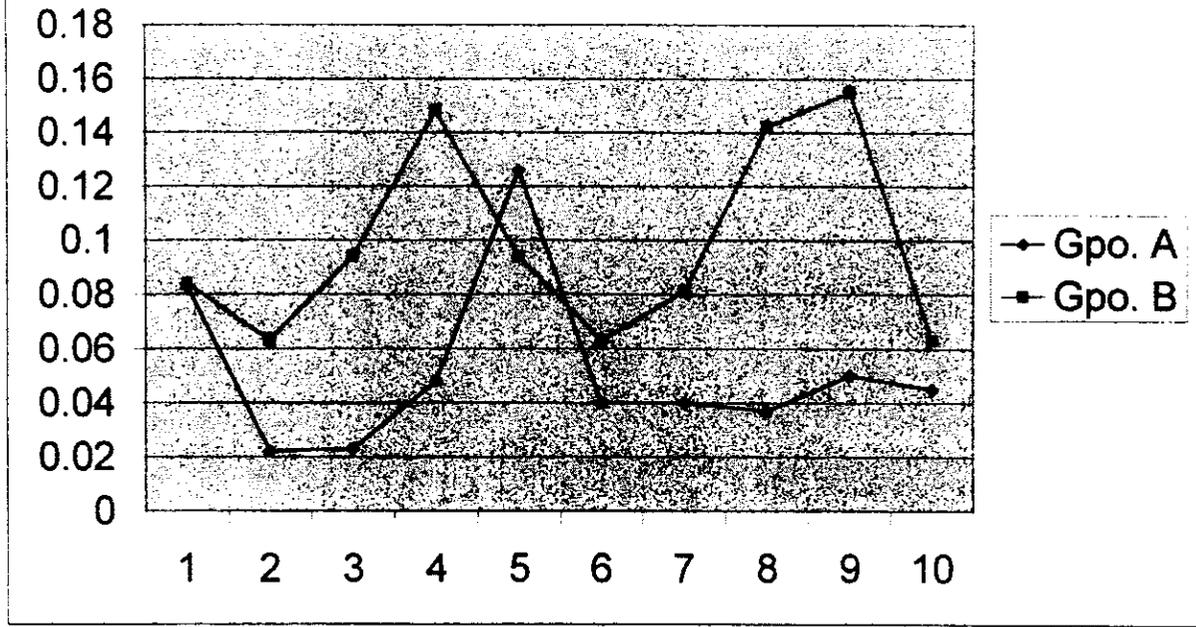
## Gpo. A vs Gpo. B



Gráfica No. 4

# GENETICA Posttest

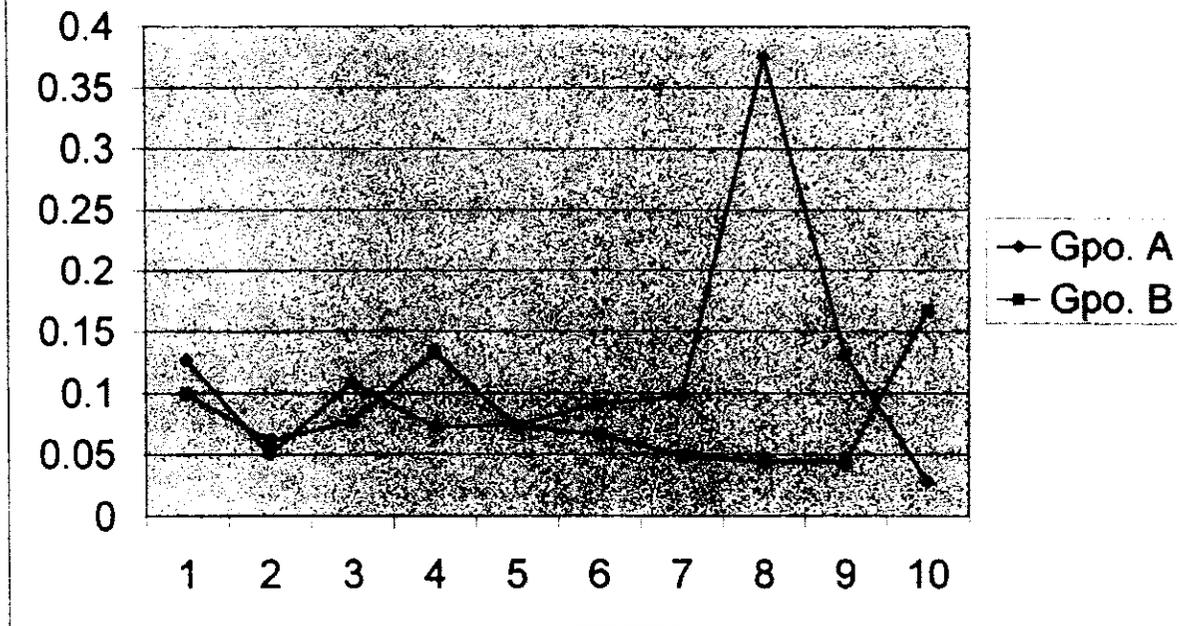
## Gpo. A vs Gpo. B



Gráfica No. 5

# BIOMOLECULAS Pretest

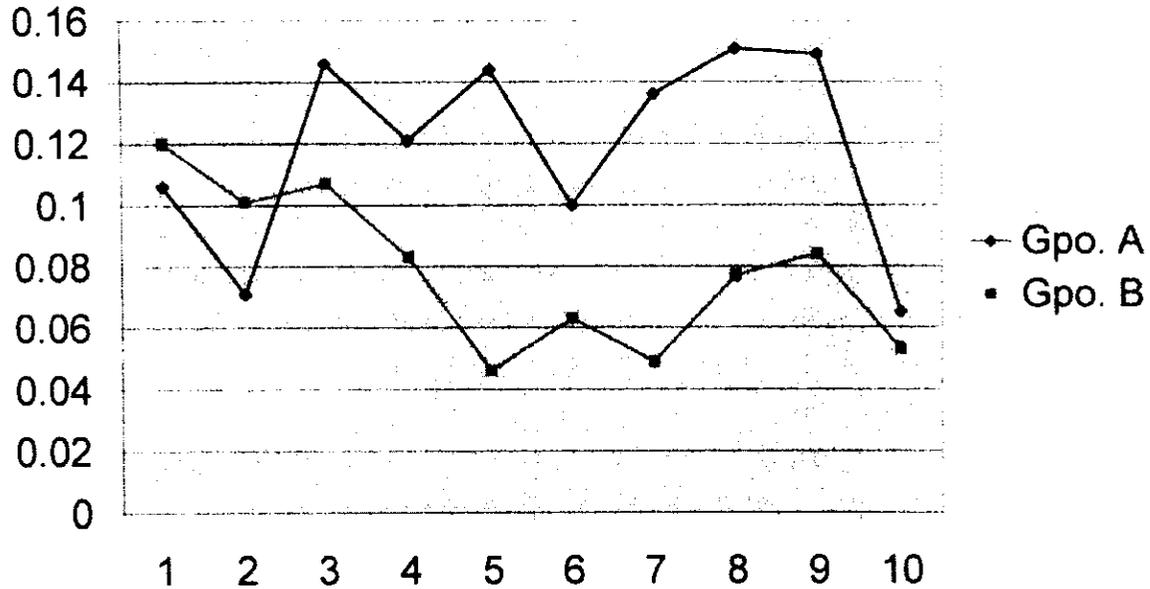
## Gpo. A vs Gpo. B



Gráfica No. 6

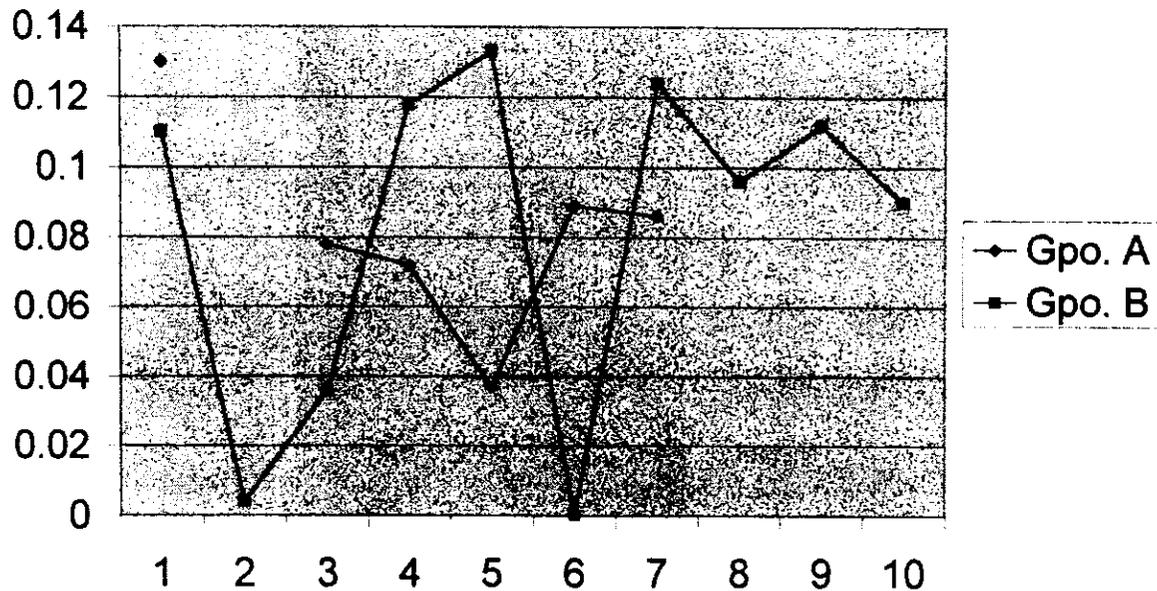
# BIOMOLECULAS Posttest

## Gpo. A vs Gpo. B



Gráfica No. 7

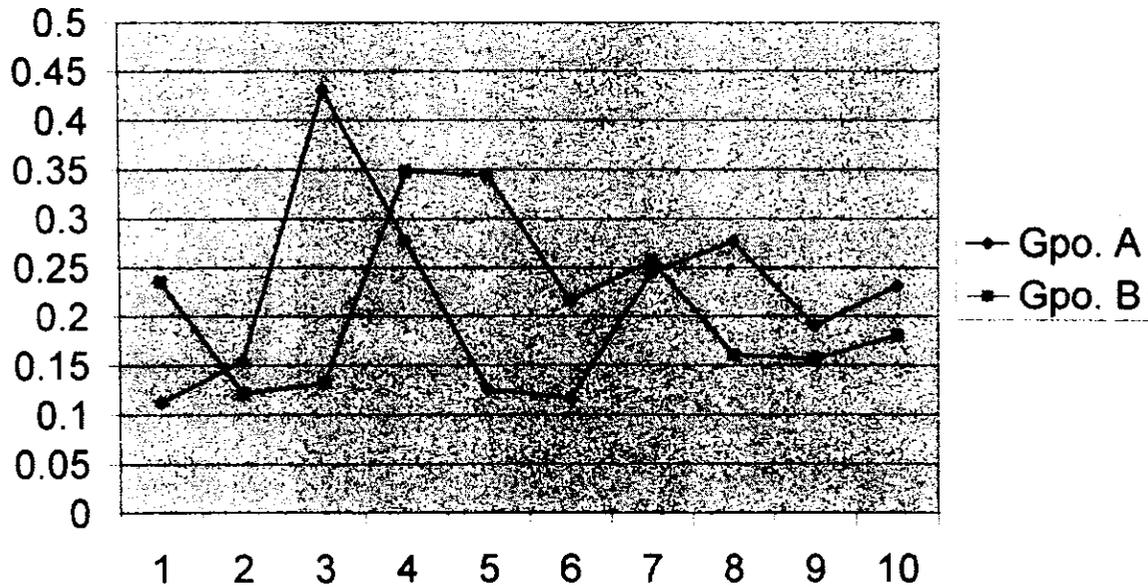
# CELULA Pretest Gpo. A vs Gpo. B



Gráfica No. 8

# CELULA Posttest

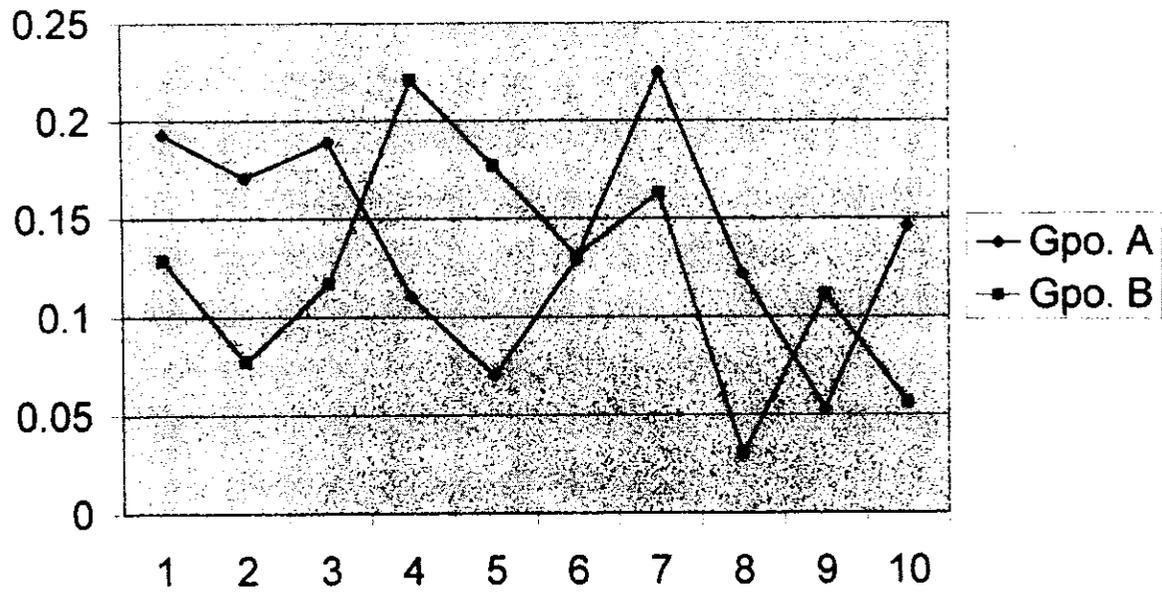
## Gpo. A vs Gpo. B



Gráfica No. 9

# SALUD Pretest

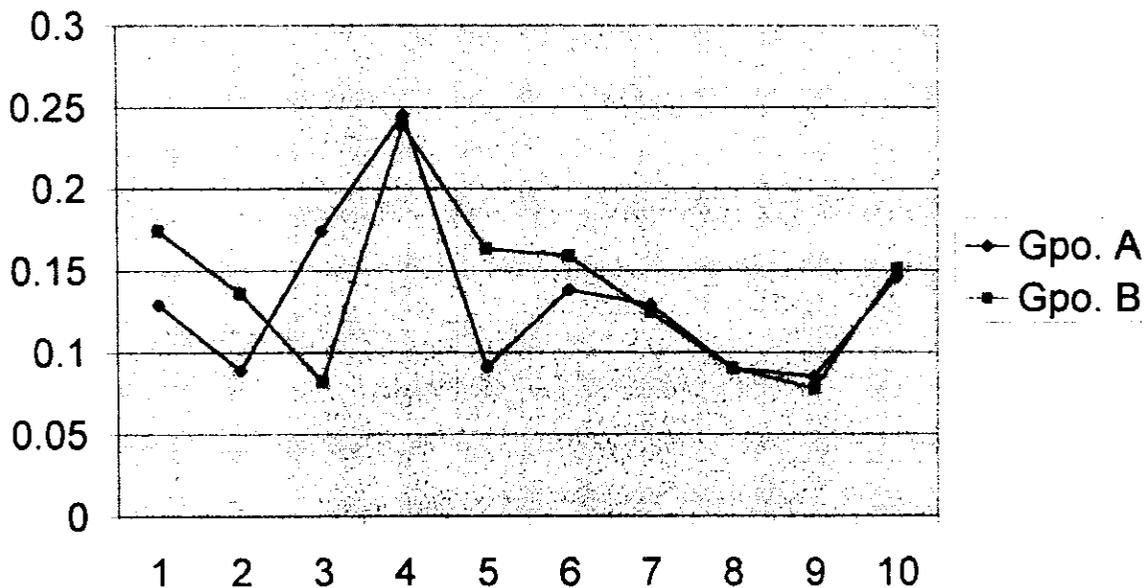
## Gpo. A vs Gpo. B



Gráfica No. 10

# SALUD Posttest

## Gpo. A vs Gpo. B

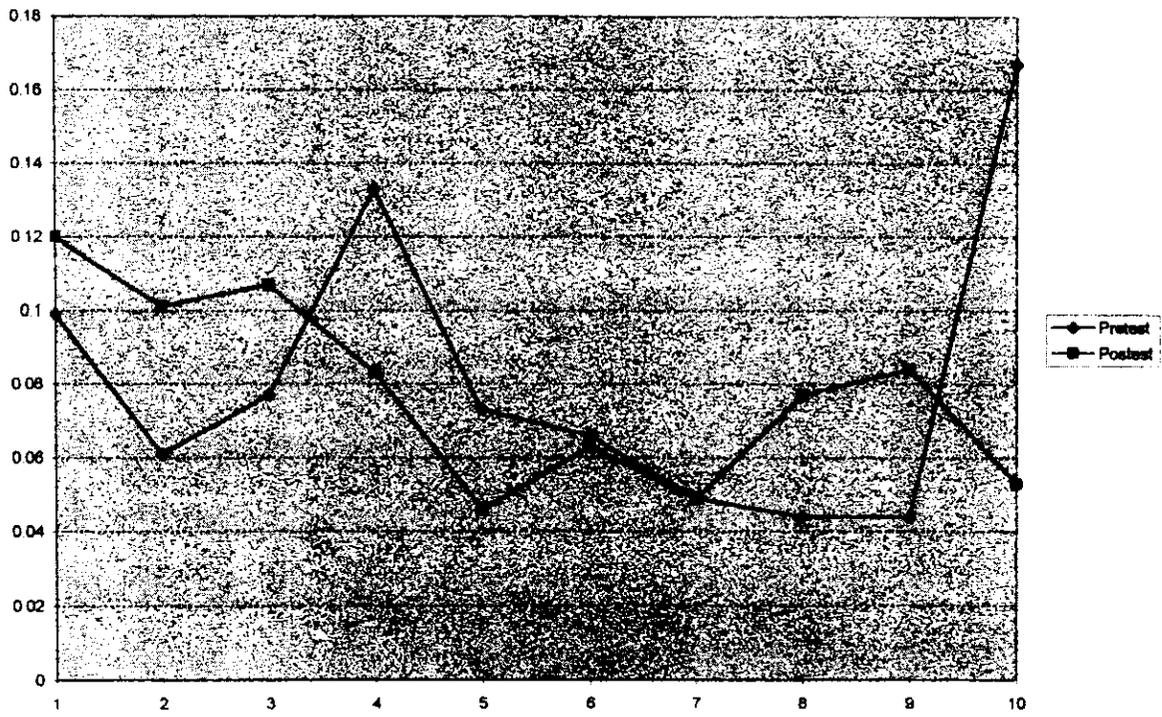


Gráfica No. 11

BIOMOLECULAS

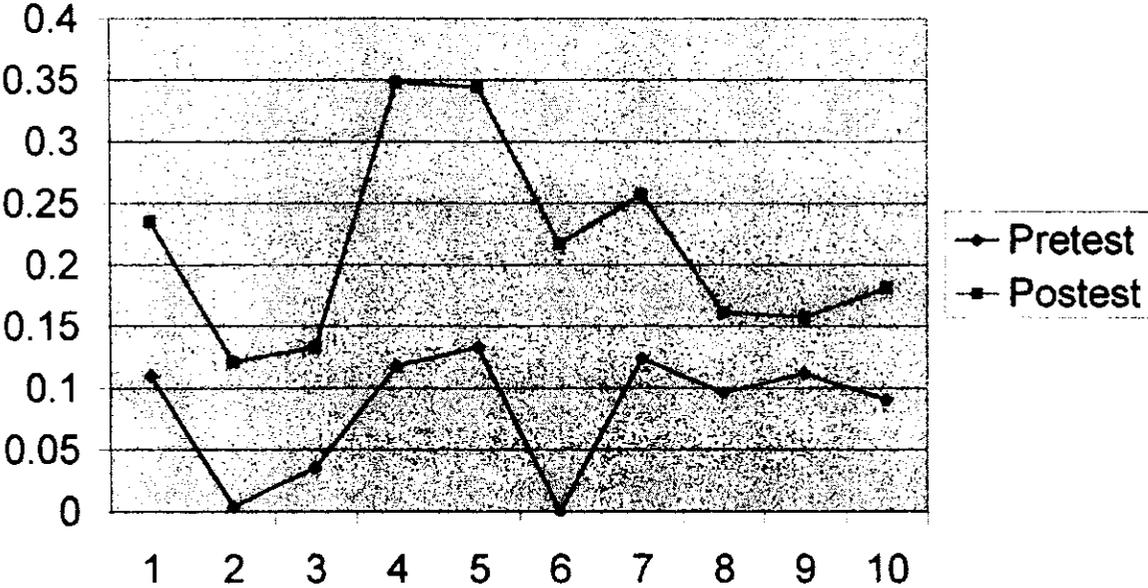
Gpo. B

Pretest vs Posttest



Gráfica No. 12

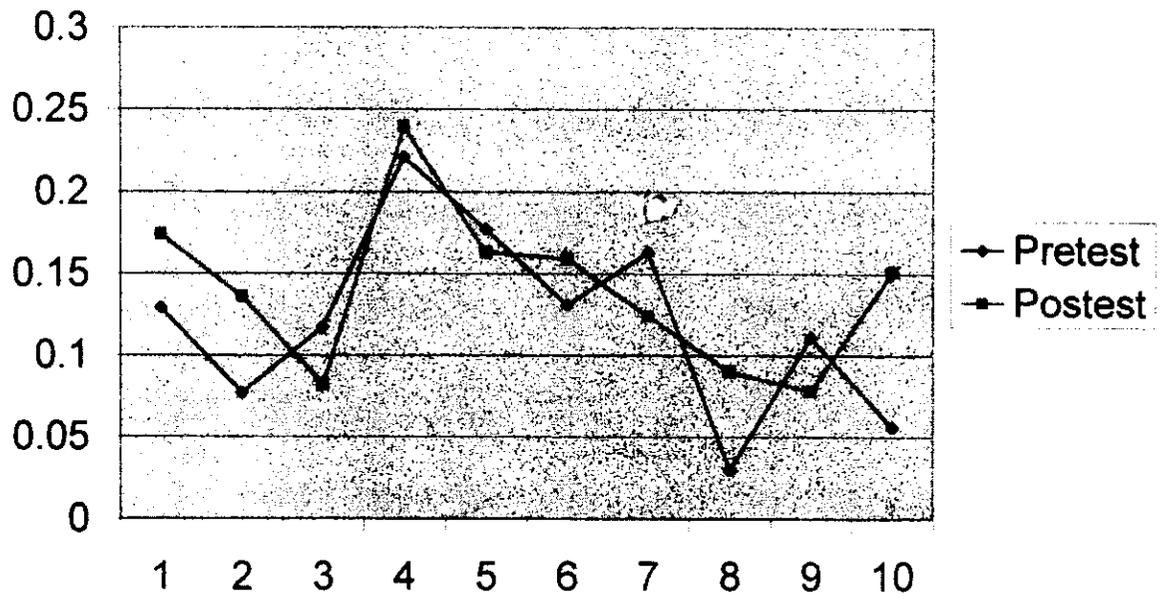
# CELULA Grupo B Pretest vs Posttest



Gráfica No. 13

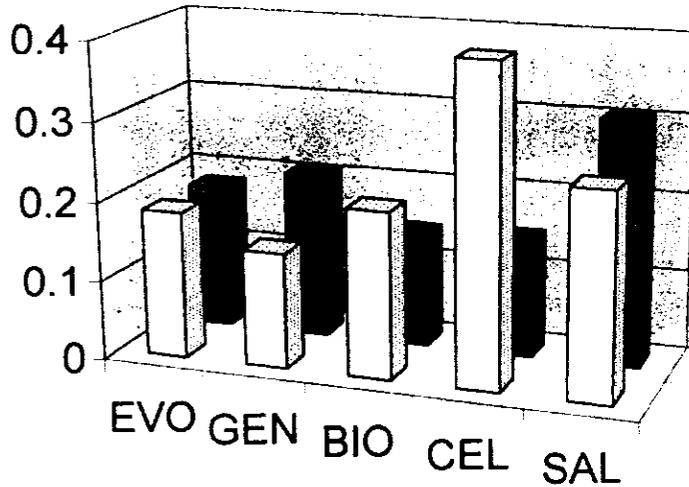
# SALUD Grupo B

## Pretest vs Posttest



Gráfica No. 14

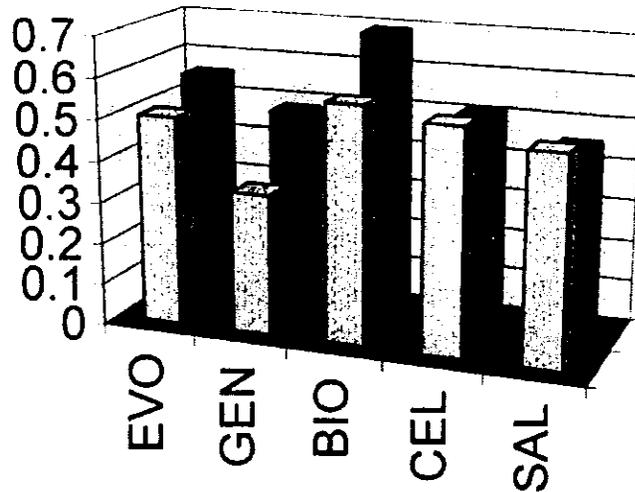
## Correspondencia conceptual (cc)



Gráfica No. 15

	EVO	GEN	BIO	CEL	SAL
□ Grupo "A"	0.185	0.146	0.209	0.397	0.257
■ Grupo "B"	0.183	0.209	0.144	0.148	0.306

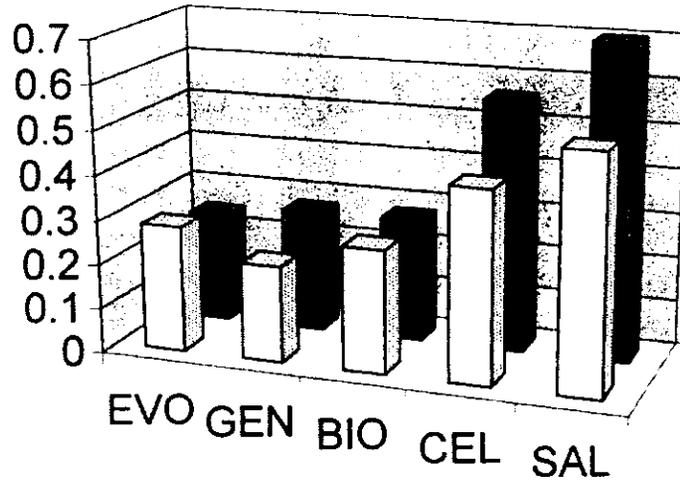
## Correspondencia en relaciones lógicas (cr)



Gráfica No. 16

	EVO	GEN	BIO	CEL	SAL
□ Grupo "A"	0.504	0.339	0.57	0.542	0.502
■ Grupo "B"	0.558	0.483	0.691	0.51	0.455

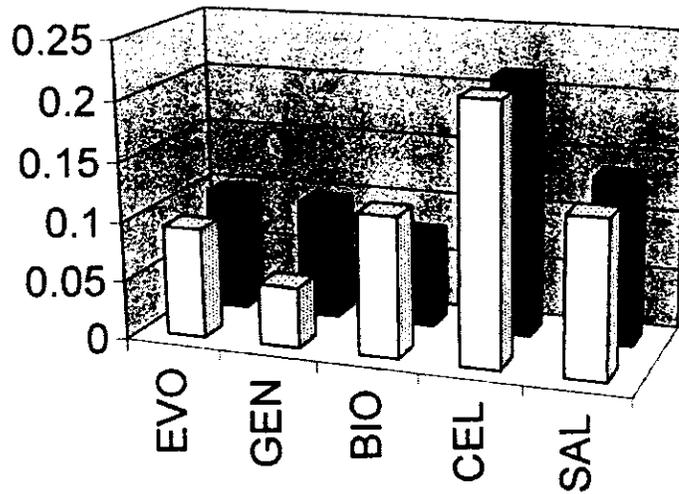
## Correspondencia en el núcleo conceptual (c)



Gráfica No. 17

	EVO	GEN	BIO	CEL	SAL
□ Grupo "A"	0.283	0.216	0.275	0.428	0.525
■ Grupo "B"	0.249	0.275	0.278	0.561	0.7

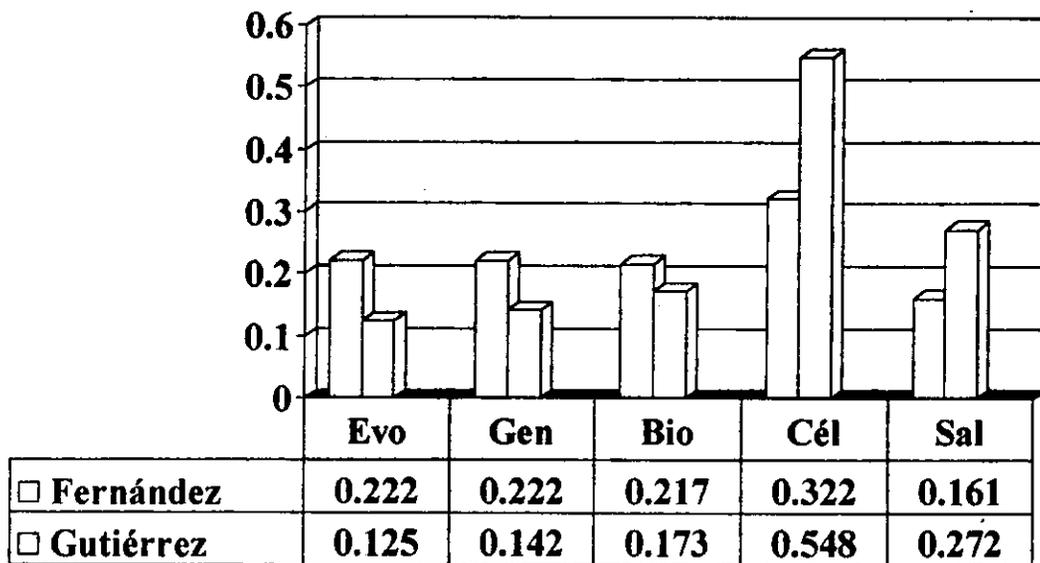
## Indice de calidad conceptual (q)



Gráfica No. 18

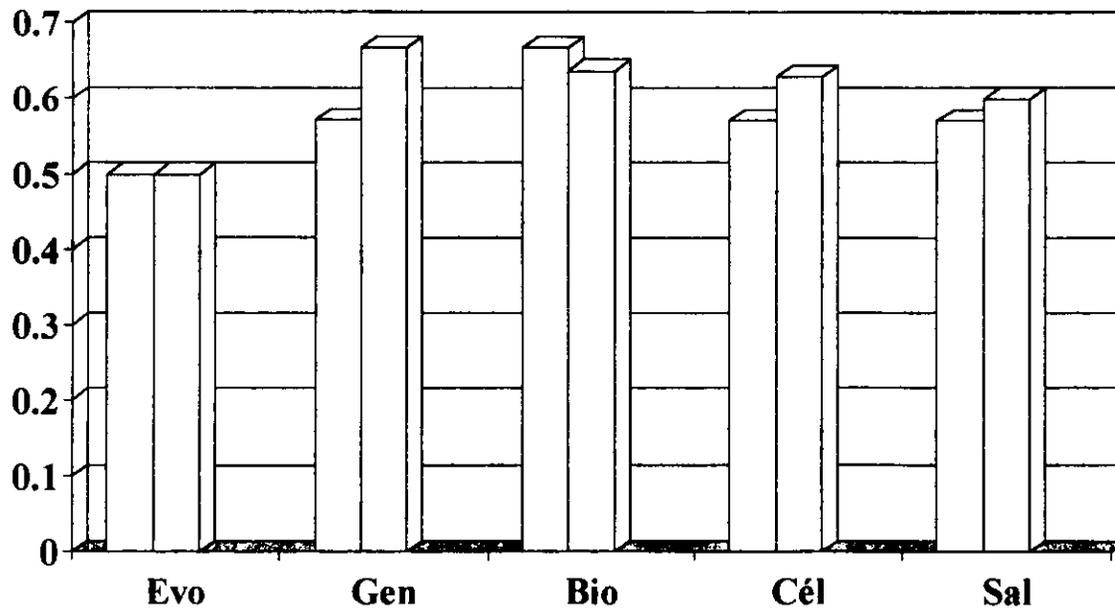
	EVO	GEN	BIO	CEL	SAL
□ Grupo "A"	0.093	0.051	0.118	0.216	0.131
■ Grupo "B"	0.101	0.098	0.078	0.215	0.139

**Gráfica 19**  
**Alumna del grupo “A” vs Alumna del grupo “B”**  
**Correspondencia conceptual (cc)**



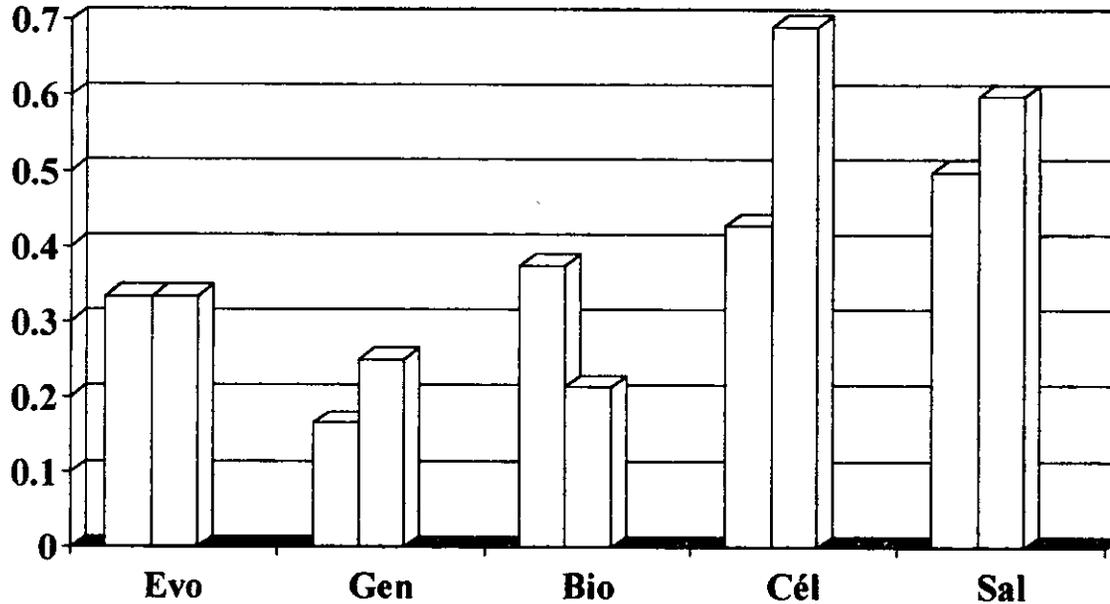
En las siguientes gráficas (20-22), las columnas de la izquierda corresponden a los valores de la alumna del grupo “A” y las columnas de la derecha corresponden a la estudiante del grupo “B”

Gráfica 20  
Alumna del grupo "A" vs Alumna del grupo "B"  
Correspondencia relacional (cr)



## Gráfica 21

Alumna del grupo "A" vs Alumna del grupo "B"  
correspondencia en núcleos conceptuales ( c )



Gráfica 22  
Alumna del grupo "A" vs Alumna del grupo "B"  
calidad conceptual (q)

