

03-7

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO



FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

EL PAPEL DEL CONOCIMIENTO PREVIO Y LA
LEGIBILIDAD DEL LIBRO DE TEXTO EN EL
APRENDIZAJE DE LA TEORIA SINTETICA DE LA
EVOLUCION EN LA ESCUELA SECUNDARIA.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRIA EN CIENCIAS
(ENSEÑANZA E HISTORIA DE LA BIOLOGIA)
P R E S E N T A
MARIA ELENA HERNANDEZ CASTELLANOS



DIRECTORA DE TESIS:

M. en C. ELISA BONILLA RIUS

MEXICO, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1984



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 está 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.

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

CAPÍTULO I
EL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA

1.1 Situación actual.....	1
1.2 Factores que influyen en el aprendizaje.....	3
1.3 Las diversas explicaciones del aprendizaje.....	4
a) Piaget.....	5
b) Bruner.....	6
c) Ausubel y Novak	
El aprendizaje significativo.....	7
El aprendizaje como un cambio conceptual.....	8
1.4 El constructivismo.....	9
a) Los preconceptos.....	10
b) Los preconceptos en el diseño curricular.....	12
1.5 Utilidad didáctica de la Historia de la ciencia.....	13
1.6 El aprendizaje de conceptos.....	14

CAPÍTULO II
LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA Y LOS LIBROS DE TEXTO

2.1 La ciencia en los libros de texto.....	19
2.2 El dominio del libro de texto como apoyo didáctico.....	20
a) Poderes.....	21
b) Peligros.....	21
2.3 El papel del libro de texto en el aprendizaje de la ciencia.....	22

CAPÍTULO III EL ANÁLISIS DE LOS TEXTOS

3.1 Métodos de análisis.....	24
3.2 La legibilidad.....	24
a) Desarrollo histórico del concepto.....	25
b) La legibilidad y el aprendizaje de la ciencia.....	26
c) Las facetas de la legibilidad.....	26
d) Fórmulas de legibilidad desarrolladas para el idioma español.....	27
3.3 El procedimiento "cloze".....	28
3.4 La lectura y el conocimiento previo.....	28
3.5 El vocabulario.....	29

CAPÍTULO IV LA TEORÍA EVOLUTIVA

4.1 Importancia del estudio de la evolución.....	31
4.2 Los orígenes del pensamiento evolutivo.....	32
a) Lamarck. La primera teoría evolutiva.....	32
b) Darwin. La teoría moderna de la evolución.....	34
4.3 El neodarwinismo. La teoría sintética de la evolución.....	35
4.4 La teoría evolutiva en el programa y en el libro de texto	35

CAPÍTULO V EL DISEÑO DEL EXPERIMENTO

5.1 Definición de la muestra.....	39
5.2 Instrumentos	
a) asociación de palabras.....	39
b) mapas conceptuales.....	41
c) entrevistas.....	45
d) pruebas de legibilidad "cloze".....	46
5.3 Pruebas de ensayo.....	50
5.4 El desarrollo del tema en clase.....	53
5.5 Aplicación.....	54

CAPÍTULO VI RESULTADOS

6.1 Análisis	
Primera etapa.....	57
Segunda etapa.....	71
Legibilidad.....	82
6.2 Discusión.....	104
6.3 Conclusiones.....	110
BIBLIOGRAFÍA.....	113
ANEXO 1 El programa emergente.....	122
ANEXO 2 El significado de los términos.....	124
ANEXO 3 Algunas recomendaciones para incrementar la legibilidad.....	129
ANEXO 4 Instrumentos.....	132
ANEXO 5 Tablas de resultados.....	143

RESUMEN

El propósito de este trabajo consistió en determinar si la legibilidad de un libro de texto y el conocimiento previo de los estudiantes de primero de secundaria son factores que limitan el aprendizaje de la teoría evolutiva.

En la investigación participaron 120 alumnos de primer año de secundaria, con edades entre 11 y 15 años. El estudio se desarrolló en tres etapas. Los propósitos en la primera y segunda etapas fueron conocer las nociones que poseen los alumnos en relación a las palabras *fósil*, *evolución*, *reproducción*, *extinción*, *sobrevivencia* y *adaptación*, antes y después del desarrollo del tema en clase con el apoyo exclusivo del libro de texto. Para ello se emplearon tres instrumentos exploratorios del conocimiento.

El objetivo en la tercera etapa fue definir la comprensibilidad del libro de texto, y los niveles de habilidad de lectura que poseen los estudiantes.

Los resultados se analizaron cuantitativa y cualitativamente y revelaron, por un lado, que los estudiantes tienen un conocimiento muy pobre y confuso acerca de los conceptos básicos en los que se estructura la teoría evolutiva. Dichos conceptos no son reconocidos en su connotación y significado biológico.

Por otra parte, mediante las pruebas de legibilidad se demostró que las habilidades de lectura de los alumnos, no corresponden al nivel de comprensión del texto analizado.

INTRODUCCIÓN

La educación científica tiene una participación enorme en el desarrollo de las facultades de los estudiantes. Su contribución a la educación general se traduce en términos utilitarios o vocacionales, disciplinarios y culturales (Driver, 1986).

En el nivel básico, la enseñanza de las ciencias promueve el desarrollo cognoscitivo y afectivo del niño (Gutiérrez, 1988), pero sobre todo constituye una importante fuente de valores y hábitos altamente apreciados. Así, la ciencia escolarizada responde a las expectativas y los valores sustentados por la sociedad y ejerce una influencia cada vez mayor sobre los saberes, creencias y sentimientos de la humanidad (Rutherford & Ahlgren, 1989).

Los primeros contactos con el saber científico sistematizado (que para muchos resultan ser los únicos) se producen en la escuela primaria o secundaria (Gutiérrez, 1982).

El significado de la ciencia tiene un enorme valor, de ahí la importancia de que los primeros acercamientos hacia ella sean cuidadosamente seleccionados.

Por lo común las primeras experiencias con la ciencia escolarizada provocan aversión y los estudiantes pierden la confianza en relación a sus capacidades de aprenderla (Rutherford & Ahlgren, 1989).

Lo anterior se evidencia actualmente de distintas maneras:

Por un lado, se ha incrementado el desinterés y el rechazo hacia las materias de contenido científico. Esto se comprueba en las actitudes negativas que manifiestan los estudiantes en torno a este tipo de materias y en los elevados índices de reprobación que se registran en ellas.

Aunque los estudiantes de los niveles básicos expresan un interés espontáneo por las ciencias naturales, éstas después son consideradas sólo como una actividad estrictamente académica y no como un recurso explicativo y aplicable en la vida diaria (Yager & Penick, 1983).

Por otra parte, en la ciencia escolar se transmite una perspectiva distorsionada de la naturaleza real que caracteriza al conocimiento científico. Es importante que en el ámbito escolar la ciencia sea concebida como la serie de métodos y procedimientos que nos permiten averiguar lo que todavía no sabemos y no como una verdad inalterable y perpetua. De lo contrario una concepción equivocada de la ciencia induce negativamente a una mala concepción de su aprendizaje (Gutiérrez, 1988).

El desarrollo reciente de las teorías del aprendizaje de conceptos científicos (Novak, 1982) destacan la importancia de organizar las experiencias de aprendizaje en función de los conocimientos previos y el aspecto afectivo de los estudiantes. Todo ello con la intención de conseguir un aprendizaje más significativo y duradero (Brumby, et. al. 1985).

Actualmente existen múltiples recursos didácticos. Sin embargo la comunicación escrita constituye el material de apoyo más común y utilizado para el aprendizaje de la ciencia.

La educación científica se realiza predominantemente por medio del libro de texto. Los libros, por ser la fuente de información única para las personas que intervienen en la práctica de la educación, influyen profundamente en la imagen que se obtiene de la ciencia (Kuhn, 1982). En múltiples investigaciones se ha evidenciado la preponderancia del libro de texto como la fuente primaria de información científica (Kuhn, 1980, 1982; Delval, 1983; Yager y Penick, 1983; Barrass, 1984; Shymansky, 1988; Otero, 1990; Gottfried y Kyle, 1992; Wood and Wood, 1988). En varios de estos estudios se confirmó que la mayoría de los profesores emplean el libro de texto la mayor parte del tiempo. Los porcentajes de uso van de 90% o más, durante el 90 al 98% del tiempo.

También es frecuente y muchas veces inevitable, que el alumno utilice el libro de texto cuando no cuenta con el apoyo del profesor. En estos casos el aprendizaje depende totalmente de lo que el alumno logre interpretar a partir de lo que lee. El binomio que se conforma a partir de la interacción libro-lector, constituye una pieza clave en el proceso del aprendizaje. Por esta razón es crucial determinar cuáles son los factores que pueden obstruirlo.

Existen evidencias de que muchos factores del lenguaje y nociones precientíficas que influyen sobre los procesos de comprensión de lectura. Se ha comprobado que la disparidad entre la estructura cognitiva del niño, y el contenido que se plantea en un libro de texto levanta barreras que entorpecen y reducen el aprendizaje (Cuevas, 1990).

Dado a que la lectura es la acción elemental necesaria para acceder al conocimiento planteado en un libro, la legibilidad de éste opera como un factor determinante en el proceso del aprendizaje. La legibilidad tiene que ver con todos aquellos elementos que pueden afectar el grado de comprensión, la fluidez y el interés de la lectura y su definición, involucra tanto a las características del texto como a las capacidades del lector (Shuard and Rothery, 1984).

Dentro de los factores que limitan la comprensibilidad de los materiales de lectura, se encuentran el vocabulario empleado y el conocimiento previo del lector, que influye de manera decisiva (Zakaluk et al., 1988).

También se ha comprobado que algunas de las dificultades en el aprendizaje de la ciencia derivan de la manera en la que los conceptos son presentados en el libro de texto, pues en ocasiones el alumno es capaz de comprender el concepto, pero el contexto particular en el cual se presenta propicia su malinterpretación (Osborne y Gilbert, 1980).

Propósitos de este estudio

Dada la doble importancia de la evolución, tanto como punto de partida para toda explicación biológica (Dobzhansky, 1973); como por ser el concepto con el mayor poder de generalización (Novak, 1982), este trabajo se centra en la evaluación de su aprendizaje a partir del libro de texto.

El propósito principal es determinar el papel de la legibilidad del libro de texto y el conocimiento previo de los estudiantes de primero de secundaria, en el aprendizaje de la teoría evolutiva.

Para cumplir el propósito principal es necesario:

- conocer las nociones que poseen los estudiantes de primero de secundaria acerca de la evolución orgánica, antes y después de la lectura del tema en el libro de texto
- determinar si el libro de texto que emplean los estudiantes está al nivel de sus habilidades de lectura y conocimiento
- establecer las implicaciones pedagógicas que esto pudiera generar.

CAPÍTULO I

EL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA

1.1 SITUACIÓN ACTUAL

La educación científica es de gran importancia, debido fundamentalmente a su creciente influencia sobre la transmisión de hábitos altamente apreciados por la sociedad. La ciencia escolar promueve, incorpora y enfatiza la transmisión de valores, actitudes y habilidades tales como la integridad, la diligencia, la apertura a nuevas ideas, el escepticismo y la imaginación. Asimismo propicia la adquisición de un sano equilibrio entre la apertura mental y el escepticismo razonado (Rutherford & Ahlgren, 1989).

Además de ser una importante fuente de valores, la educación científica participa activamente en el desarrollo de las facultades cognitivas de los alumnos. Las principales contribuciones que ofrece a la educación general son: la *utilitaria o vocacional*, o sea que puede proporcionar respuestas a los problemas que enfrentan los estudiantes en su vida diaria o puede ser necesaria para sus ocupaciones futuras; *disciplinaria*, pues propicia el desarrollo del pensamiento sistemático y *cultural*, porque forma parte esencial de nuestra herencia social (Driver, 1986).

Los enormes beneficios que confiere la educación científica muchas veces se ven limitados por los diversos problemas que padece.

A pesar de que el aprendizaje de la ciencia ha recibido suficiente atención e impulso económico en algunos países desarrollados, subsiste como un problema generalizado.

Hasta ahora la ciencia escolarizada no ha representado un recurso utilizable en la vida cotidiana y tampoco proporciona la imagen real del trabajo desarrollado por los científicos.

Es probable que estas sean algunas de las causas del creciente desinterés y el bajo aprovechamiento de los alumnos, que se registra en los cursos dedicados a la enseñanza de las ciencias.

En Estados Unidos Yager y Penick (1983), realizaron un análisis de los problemas más comunes que enfrenta la ciencia escolar. Los resultados señalaron como principal problema el abuso del libro de texto. Los datos estadísticos demostraron el gran dominio que ejercen los libros de texto en el aprendizaje de la ciencia. Los porcentajes registrados indican que el 90% de profesores de enseñanza básica utilizan el libro durante el 90% del tiempo de la clase.

Otros de los problemas mencionados son: el desinterés creciente de los estudiantes hacia la ciencia; la prevalencia de cursos que no propician la creatividad; la idea falsa sobre el método científico que se adquiere a través de las "prácticas de laboratorio"; el énfasis exagerado en el contenido y las definiciones y el desaprovechamiento de las experiencias personales de los alumnos.

En otros estudios (Shami y Hershkowitz, 1978; Penick y Yager, 1986) se ha investigado la opinión que tienen los estudiantes acerca de la ciencia escolar. Los datos obtenidos demuestran que el conocimiento científico causa la desdicha de algunos jóvenes entre los 14 y 17 años ("la ciencia me hace infeliz" fue su respuesta al preguntarles su opinión acerca de ésta) y su estudio sólo cobra importancia si se puede aplicar en la solución de problemas cotidianos.

Una de las consecuencias más graves en las que confluyen muchos de los problemas de la ciencia escolarizada, es lo que Moreno (1986) ha llamado: *el desvanecimiento del aprendizaje escolar*. Con base en algunas encuestas realizadas para averiguar la sobrevivencia de los conocimientos adquiridos, Moreno obtuvo los siguientes resultados: a tan sólo un año de haber adquirido algunos conocimientos sobre la ciencia, se detectó un 74% de fracasos, olvidos totales o confusiones graves en las respuestas sobre temas fundamentales.

En nuestro país, se han realizado investigaciones en las que se analiza el rendimiento del sistema educativo nacional a través de la evaluación de los conocimientos adquiridos en la educación básica (Guevara Niebla, 1991; Tirado, 1993). Los resultados evidencian dramáticamente las graves deficiencias que existen en torno al dominio de los conocimientos básicos.

La evaluación es otro problema determinante, que no siempre es apreciado en toda su dimensión. Los instrumentos que se emplean tradicionalmente para evaluar no propician la integración de las ideas. Los alumnos se concretan a repetir de memoria lo que se les impone, sin encontrar aplicaciones directas y sin poder involucrarse afectivamente durante el proceso.

En educación es frecuente que las técnicas de evaluación malogren lo que podría haber sido un buen programa de instrucción. Un currículum podría haberse diseñado para que el alumno aprendiera significativamente los conceptos importantes y su relación jerárquica. Sin embargo lo único que se evalúa es el recuerdo memorístico de hechos específicos... Actualmente la evaluación en educación se lleva a cabo sin tener en cuenta la teoría del aprendizaje, la teoría del currículum y la teoría de la instrucción; ... se encuentra en un estado de confusión lamentable (Novak, 1982, pág. 177).

En términos generales la mayor parte del aprendizaje en ciencias consiste en "la memorización de una retórica de conclusiones", lo que no permite el acceso gradual a la esencia de la investigación científica (Moreira y Novak, 1988).

Novak (1982), hace hincapié en el sentido de que muchos problemas educativos se podrían resolver si se logran comprender los fundamentos del aprendizaje:

Si pudiésemos llegar a comprender mejor los procesos del aprendizaje humano y pudiésemos llegar a aprender a aplicar este conocimiento en el diseño de nuevos programas de instrucción, la educación podría llegar a ser, cuantitativa y cualitativamente, mucho mejor de lo que ha sido. A

partir de una mejor comprensión básica de los procesos de aprendizaje se puede llegar a nuevas ideas para el diseño de mejores libros, clases, programas de ordenador y medios audiovisuales; pueden surgir mejores programas de formación del profesorado y diseñarse instalaciones escolares más imaginativas y funcionales (pág. 180).

1.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL APRENDIZAJE

Existen múltiples factores que pueden afectar el proceso del aprendizaje, mismos que lo caracterizan como un sistema de alta complejidad.

De acuerdo con Ausubel, Novak y Hanesian (1976), las variables que alteran el proceso del aprendizaje se clasifican en dos categorías: la cognoscitiva y la afectivo-social.

Dentro de la categoría cognoscitiva se ubican los factores intelectuales, que pueden considerarse con relativa objetividad:

- las variables de la estructura cognoscitiva, como la organización jerárquica del contenido adquirido previamente por los alumnos, y que es relevante para la asimilación de otra tarea dentro del campo;
- la disposición del desarrollo, que determina las capacidades y modos de funcionamiento intelectual en la etapa de desarrollo del alumno de acuerdo a su edad;
- la capacidad intelectual, que corresponde al grado relativo de aptitud escolar, inteligencia general o nivel de agudeza, posición relativa respecto a las capacidades cognoscitivas más diferenciadas;
- el papel de la práctica, en cuanto a la frecuencia, distribución, método y condiciones generales; *la organización de los auxiliares didácticos en función de su cantidad, dificultad, lógica interna, velocidad y uso.*

En la segunda categoría se consideran los factores afectivos y sociales, que son los determinantes subjetivos e interpersonales del aprendizaje, en éstos se incluyen:

- las variables motivacionales y actitudinales, que pueden ser el deseo de saber, la necesidad de logro y autoperfeccionamiento, la involucración del yo (interés) en un campo de estudio;
- la personalidad, o sea las diferencias individuales en el nivel y tipo de motivación, de adaptación personal, de las diversas características de la personalidad y de nivel de ansiedad;
- los factores sociales y de grupo, la atmósfera o clima psicológico del salón de clase, la cooperación y la competencia, la estratificación social, el marginamiento cultural y la segregación social;
- las características del profesor, sus capacidades cognoscitivas, conocimiento y dominio de la materia de estudio, competencia pedagógica, personalidad y conducta.

Todas estas variables interactúan de manera distinta y a su vez demandan una pedagogía diferenciada, que permita la construcción de un proyecto personal de desarrollo para cada uno de nuestros alumnos (D'Peretti, 1993).

En este trabajo se intenta incidir en dos aspectos situados dentro de la categoría cognitiva.

1.3 LAS DIVERSAS EXPLICACIONES DEL APRENDIZAJE

Las ideas sobre el aprendizaje han cambiado considerablemente a lo largo del tiempo. En la siguiente tabla (tomada de Entwistle, 1988), se resumen las principales teorías del aprendizaje planteadas por diversos autores durante el último cuarto de siglo.

TIPO DE TEORÍA	TEÓRICOS MENCIONADOS	TÉCNICAS Y CONCEPTOS CONEXOS
Conductista	Skinner Bloom Bennet	Aprendizaje programado Dominio del aprendizaje Tiempo en tareas
Procesamiento información cognitiva	Norman Ausubel Bruner Resnick	Procesos y estrategias de la memoria Organizadores previos y mapas conceptuales Currículum en espiral Análisis de las tareas
Diferencias individuales	Gardner Eysenck Rozéki Pask	Inteligencias múltiples Personalidad (extraversión-ansiedad) Campos motivacionales diversos Estilos y patologías del aprendizaje
Interaccionista	Cronbach Entwistle	Interacción aptitud entrenamiento Modelo heurístico de aprendizaje escolar
Experimental	Marion Covington Rogers	Enfoque del aprendizaje Amor propio o autoconcepto Grupos de encuentro

De acuerdo con Entwistle (1988), las principales teorías con las que se ha tratado de explicar el aprendizaje, se pueden clasificar según el grado de control que conceden al maestro. De esta manera se derivan dos corrientes principales: la conductista y la experimentalista.

Los conductistas plantean un alto grado de control al maestro, mientras que los experimentalistas hacen hincapié en la libertad del aprendizaje y conceden al alumno el control bajo la guía del maestro, estimulan el aprendizaje en colaboración y la expresión libre de las emociones.

Dentro de las teorías propuestas se pueden distinguir diversas corrientes cuya atención se ha fijado en el niño, el interés de estos investigadores en educación se orienta principalmente hacia la psicología infantil y la psicología evolutiva.

En estos campos no puede dejar de mencionarse a Jean Piaget como el precursor y tal vez la figura más importante que ha influido en el pensamiento sobre el aprendizaje infantil, a pesar de que "... no construyó una teoría general del aprendizaje aplicable a todas las edades" (Novak, 1982).

a) Jean Piaget

Mientras en Norteamérica dominaba la psicología conductista, en Suiza, Piaget trabajaba en su propio programa de investigación. Por más de medio siglo investigó cómo cambian las facultades cognitivas de la niñez a la adolescencia. De esta manera estableció los fundamentos psicológicos de la educación científica (Novak, 1988b).

La obra de Piaget es de interés básicamente epistemológico y se refiere simultáneamente a los principios de la lógica y al desarrollo de la inteligencia del niño.

Según Piaget la adquisición de los conocimientos se efectúa en función de dos procesos indisolubles y complementarios: la *acomodación* y la *asimilación*.

La acomodación implica un acoplamiento del sujeto a las condiciones del exterior

[es el] registro de impresiones o la formación de copias (...) que desencadena ajustes activos. (...) Llamaremos acomodación (...) a toda modificación de los esquemas de asimilación por influencia de las situaciones exteriores (medios) a los cuales se aplican (Piaget, 1969a, pág. 10).

En la asimilación el sujeto incorpora los datos de la experiencia inmediata a sus estructuras innatas

(...) ningún conocimiento, ni siquiera perceptivo, constituye una simple copia de lo real, puesto que supone siempre un proceso de asimilación a estructuras anteriores. (Piaget, 1969a, pág 6).
 (...) los conocimientos derivan de la acción, no como simples respuestas asociativas (...)
 Conocer es asimilar lo real a estructuras de transformaciones (...) (Piaget, 1969b, pág.38).

La resultante de los dos procesos está definida por la adaptación

La adaptación es un equilibrio -equilibrio cuya conquista dura toda la infancia y la adolescencia y define la estructuración propia de estos períodos de existencia- entre dos mecanismos indisolubles: la asimilación y la acomodación (...) el pensamiento está adaptado a una realidad particular cuando ha conseguido asimilar a sus propios marcos esta realidad acomodándose a las circunstancias nuevas presentadas por ella (...) la adaptación intelectual es por tanto, una posición de equilibrio entre la asimilación de la experiencia a las estructuras deductivas y la acomodación de estas estructuras a los datos de la experiencia (...) la adaptación será tanto más precisa cuanto

más diferenciadas y complementarias sean la asimilación y la acomodación (Piaget, 1969b, págs.176 y 177).

Piaget (1969b), considera que el principal problema de la pedagogía contemporánea consiste en decidir qué tipo de transmisión educativa es la ideal para cada materia de estudio, y subraya que en el caso de las ciencias naturales la verdad debe ser "reconstruida o redescubierta por medio de una actividad suficiente"

(...) está claro que una educación basada en el descubrimiento activo de la verdad es superior a una educación que se limite a fijar por voluntades ya formadas lo que hay que querer y mediante verdades simplemente aceptadas lo que hay que saber (pág.36).

Con el desarrollo de la psicología infantil - a partir de 1935 - se han podido encontrar respuestas concretas en tres aspectos importantes para la elección de métodos didácticos y para la elaboración de los programas de enseñanza. Se ha podido saber acerca de la naturaleza del conocimiento, el papel de la experiencia en la formación de las nociones, y el mecanismo de las transmisiones sociales o lingüísticas del adulto al niño (Piaget, 1969b).

b) Jerome Bruner

En su libro *El proceso de la educación* (1960), Bruner destaca el hecho de que en cada etapa de su desarrollo, el niño tiene una manera característica de ver el mundo y explicárselo a sí mismo. También señala la importancia del conocimiento preexistente.

De acuerdo con este autor, aprender una materia parece involucrar tres procesos que ocurren casi simultáneamente: primero, se produce la *adquisición* de información nueva, que a menudo corre al encuentro o al reemplazamiento de lo que la persona ha conocido previamente (implícita o explícitamente). Por lo tanto para el niño "aprender es el refinamiento de su conocimiento previo".

Un segundo aspecto del aprendizaje es la *transformación*, e implica el manejo del conocimiento para adaptarlo a nuevas tareas. Nosotros aprendemos a "desenmascarar" o analizar la información para ordenarla de tal manera que permita la extrapolación, la interpolación o la conversión dentro de otra forma. "La transformación comprende el tratamiento de la información que nos permite ir más allá de ella".

Otro aspecto del aprendizaje es la *evaluación*, que consiste en comprobar que la información que se ha manejado es la adecuada. En el aprendizaje de cualquier materia se producen comúnmente una serie de episodios, y cada episodio involucra los tres aspectos citados (Bruner, 1960).

Bruner estima que el valor del aprendizaje se traduce en términos de la extensión de su utilidad hacia el futuro. hace hincapié en que el currículum debe organizarse de manera tal que se

reduzca "la tasa rápida de pérdida de la memoria humana", y que las explicaciones para la enseñanza de conceptos básicos deben hacerse lo más cercanas a la lógica del niño.

c) David Ausubel y Joseph Novak

Ausubel fue el primero en plantear una teoría que enfatizara el papel de la significatividad en el aprendizaje (Novak, 1988).

El núcleo 'duro' de la teoría de Ausubel está constituido por el *aprendizaje significativo*.

El aprendizaje significativo

El fenómeno psicológico del aprendizaje significativo supone la asimilación de una nueva información a la red de conceptos que ya existen en la estructura cognoscitiva del individuo, estas entidades biológicas son conocidas como *conceptos inclusores* y su tamaño "depende del historial de experiencia del individuo" (Novak, 1982).

Cuando un alumno aprende significativamente se produce un cambio y un incremento en el repertorio de sus conocimientos. El cambio es propiciado por una *diferenciación progresiva* y consiste en la reestructuración de las ideas originales del sujeto que aprende. Según palabras de Ausubel, Novak y Hanesian (1976), esta transformación implica: la "elaboración adicional jerárquica de los conceptos o las proposiciones en la estructura cognoscitiva de "arriba hacia abajo".

Por otro lado, el crecimiento de los inclusores preexistentes ocurre por medio de la *reconciliación integradora*, pues a través de ella se genera una "delineación explícita de las similitudes y diferencias entre las ideas relacionadas".

El aprendizaje significativo, a diferencia del memorístico, representa varias ventajas: es más *duradero*; la nueva información produce una diferenciación progresiva con la que se *incrementa la capacidad para aprender* con más facilidad los materiales relacionados y la información que se olvida después de la inclusión deja secuelas en el concepto inclusor y así *facilita el aprendizaje de nueva información*.

El aprendizaje significativo ocurre en función de dos variables: la primera implica un *desequilibrio* entre los esquemas conceptuales del alumno con respecto al contenido del nuevo aprendizaje, la segunda exige una proximidad entre los esquemas confrontados (Coll, 1987).

Acortar la distancia entre los esquemas será responsabilidad del educador.

Novak ha fortalecido el corazón de la teoría de Ausubel, con lo que se ha generando un cambio en la manera de pensar acerca del conocimiento científico. Este cambio sustancial y revolucionario es lo que se conoce como la "nueva psicología cognitiva".

La corriente principal de la psicología cognitiva y la educación para la ciencia establecen que el conocimiento está constituido por redes de información y que está fuertemente influido por el conocimiento preexistente. El conocimiento previo determina las respuestas a situaciones

particulares ya experimentadas y condiciona lo que el individuo aprenderá posteriormente (Shuell, 1987).

Novak, al igual que Ausubel, considera que las experiencias previas son una parte determinante para el aprendizaje, al cual define como "...un cambio en la conducta de un organismo, que resulta de la experiencia anterior" (Novak, 1982).

El aprendizaje como un cambio conceptual

Con base en los principios arriba mencionados, a partir de la década de los 80 se ha ido fortaleciendo la investigación sobre lo que se ha llamado "*el aprendizaje como un cambio conceptual*".

Para los autores que defienden este punto de vista, el aprendizaje viene a ser un tipo de investigación, en donde el estudiante debe hacer juicios sobre la base de evidencia disponible. Se parte de la idea de que el aprendizaje ocurre en contra de los antecedentes de sus conceptos. No consiste simplemente en adquirir un repertorio verbal o una serie de comportamientos, sino que implica un cambio conceptual.

Posner y colaboradores (1982), sostienen que los cambios conceptuales ocurridos en la historia de la ciencia y los cambios conceptuales que deben ocurrir en la estructura cognoscitiva del estudiante durante el proceso del aprendizaje, son análogos e igualmente complejos.

Acordes a estos principios, Hewson y Hewson (1983) diseñaron un modelo de aprendizaje como cambio conceptual. En este modelo se plantea que todo concepto nuevo invariablemente debe reunir tres características: *inteligible*, es decir, el que aprende considera que conoce su significado y puede construir una representación coherente de él; *plausible*, en otras palabras, una persona debe creer que es verdadero y que puede ser reconciliado con otros conceptos existentes y *fructífero*, esto es, debe servir para resolver problemas y sugerir nuevas investigaciones.

En suma, los conceptos nuevos deben poseer un poder explicativo y predictivo.

Para asegurarse de que el nuevo conocimiento sea inteligible, plausible y fructífero, Hewson y Hewson (1983) proponen que el profesor parta del conocimiento previo del alumno. La estrategia propuesta incluye: la *integración*, *diferenciación* y *relación* de las concepciones nuevas con las existentes; la posibilidad de *intercambio* de una concepción existente por una nueva y la *formación de puentes conceptuales*, que representan el poder de enlace con las experiencias significativas comunes.

Otros autores que sostienen la idea de orientar el aprendizaje hacia un cambio conceptual son Gil y Carrascosa (1985). Ellos señalan que existe "cierto isomorfismo entre el proceso de investigación científica y el aprendizaje significativo de la ciencia".

(...) los estudios de Piaget (1974) sugirieron un paralelismo entre la evolución histórica de una ciencia y la formación de la ciencia intuitiva del niño. Si aceptamos esto, podríamos entender las

dificultades que trae consigo el cambio conceptual, puesto que sería equivalente a lo que históricamente es una revolución científica, es decir, un cambio de paradigma (pág.234).

Desde la óptica de Gil y Carrascosa, un cambio conceptual sólo será posible hasta que se transformen los métodos empleados durante el aprendizaje. Para ellos la principal dificultad no son las preconcepciones, sino la metodología por medio de la cual se originaron.

Las diversas explicaciones del aprendizaje escolar en los últimos años se mantienen con un eje de estructuración común: la importancia de tomar en cuenta lo que el alumno ya sabe.

1.4 EL CONSTRUCTIVISMO

En los trabajos sobre epistemología genética de Piaget se encuentra la simiente del constructivismo. Esta semilla floreció en los 80 y condujo al surgimiento de "un nuevo paradigma para la enseñanza de las ciencias naturales" (Candela, 1991).

El constructivismo se ha presentado como una alternativa opuesta al positivismo.*

La epistemología constructivista sostiene que todos los individuos enfrentamos diversas situaciones con "una teoría personal de explicación", que se va transformando en función de su utilidad:

La construcción de la realidad es un asunto subjetivo, creativo, racional y emocional, por lo tanto cualquier hecho real es susceptible de tantas reconstrucciones como lo permita la imaginación (Sebastia, 1984 pág. 163).

El constructivismo humano constituye para Novak (1988a), "un esfuerzo para integrar la psicología del aprendizaje humano y la epistemología de la construcción de conocimientos". La construcción del conocimiento se centra en los procesos de fabricación de significado, que implican la adquisición, la modificación y la relación entre los conceptos.

De acuerdo con Driver, (1986, 1988) las características que identifican a una visión constructivista son:

- Lo que hay en la mente del que va a aprender es muy importante. Los resultados del aprendizaje no sólo dependen de la situación del aprendizaje y de las experiencias proporcionadas a los alumnos, sino de sus conocimientos previos, sus concepciones y motivaciones. Esto es, el aprendizaje depende de los esquemas conceptuales disponibles del aprendiz.

* El positivismo lógico o empirismo sostiene que el conocimiento "verdadero" es universal y permanece en una correspondencia uno-a-uno con la manera en la que funciona el mundo real.

- Encontrar sentido supone establecer relaciones. La habilidad para razonar y utilizar el conocimiento parece depender fuertemente del *contexto* en el que se adquiere, las emociones juegan un papel fundamental.
- Quien aprende construye activamente significados. La comprensión del mundo físico sugiere una interpretación mediante analogías, que parten de los conocimientos que tenemos. Lo que determina nuestra actividad, no es tanto lo que extraemos de cierta situación, sino las construcciones que aportamos a la misma. La realidad sólo existe en la medida en que la construimos.

En pocas palabras, el alumno construye el significado de lo que percibe en función de lo que ya conoce.

Si se acepta este modelo en el que el alumno es el constructor de su propio conocimiento y que utiliza sus sistemas significativos previos, se puede decir que los puntos de un programa educativo deben ser elegidos en función de esa construcción (Gagliardi, R. 1986).

La propuesta concreta consiste en dar una nueva orientación a los contenidos de aprendizaje, planteándolos desde la perspectiva de las exigencias didácticas del alumno (Moreno, 1986).

a) los preconceptos

Piaget es considerado pionero en la investigación sobre la formación de conceptos científicos en el niño y sus trabajos han constituido una obra clásica dentro del campo. En los últimos tiempos las ideas de Piaget han sido retomadas y se ha acrecentado el interés hacia el estudio de las conceptualizaciones del niño. La atención se ha fijado especialmente en las concepciones que tiene el niño antes de que los conceptos sean enseñados y después de cierto nivel de escolarización, es decir, después de varios años de educación elemental (Osaki y Samiroden, 1990).

Bruner (1960), consideraba que el pensamiento intuitivo "podría ser de gran ayuda para aquellos que tienen la responsabilidad de la construcción del currículum y la enseñanza". Este autor hizo hincapié en que el formalismo del aprendizaje escolar de alguna manera ha devaluado la intuición. También señala la conveniencia de establecer un entendimiento intuitivo en los materiales antes de exponerlos a los estudiantes.

Ausubel, Novak y Hanesian (1976) se refieren a este tipo de conceptualizaciones como "falsos conceptos" y atribuyen su abundancia a diversos factores

Primero, los niños carecen de dominio cognoscitivo y del antecedente acumulativo de experiencia necesaria para el desarrollo completo de muchos conceptos. La presión que se ejerce sobre los niños para que proferan conceptos mal entendidos, y al mismo tiempo para que oculten su falta

de comprensión, fomenta más aún el desarrollo y la perpetuación de los falsos conceptos. Segundo, muchas de las falsas concepciones de los niños se derivan de información errónea e incompleta o de la malinterpretación o la aceptación sin crítica de lo que leen o escuchan (...). Tales falsas concepciones son muy resistentes a la extinción pues tienden a aislarse de las influencias correctivas de la verificación social (págs. 98 y 99).

De acuerdo con los autores las ideas preconcebidas son "el factor manipulable más importante en la individualización de la enseñanza", porque son las que determinan "la longevidad de lo que se aprende y recuerda". También subrayan el poder paralizante y la capacidad de resistencia que tienen tales ideas pues

(...) inhiben el aprendizaje y la retención de conceptos y principios científicos. (...) son asombrosamente insidiosas y resistentes a la extinción por factores como la primacía y la frecuencia; por estar afianzadas comúnmente a otras ideas preconcebidas, muy estables y relacionadas, y de naturaleza más inclusiva (...) y por último, porque la resistencia a aceptar ideas nuevas, contrarias a las ideas prevalecientes, parecen características del aprendizaje humano (Ausubel et. al, 1976, pág.327).

Para Ausubel, la pieza clave en el proceso del aprendizaje es lo que el alumno ya sabe y esto reclama la identificación de los elementos que sean relevantes para lo que se espera que aprenda

(...) averiguar lo que un alumno ya sabe de una área de estudio requiere determinar los conceptos pertinentes que posee el alumno y averiguar hasta qué punto están diferenciados. Esto no es una tarea sencilla (Novak, 1982, págs. 24 y 25).

En investigaciones recientes (Astolfi 1988), se ha comprobado que los conceptos que va adquiriendo un alumno "...no van a llenar un vacío de ignorancia, sino a sustituir paulatinamente un cuerpo organizado de ideas y concepciones previas" y que la función del profesor consiste en abolir las regresiones de las representaciones que "compiten" con los conocimientos científicos.

Estas representaciones entran en conflicto cognitivo con los conocimientos científicos socializados que la escuela se propone transmitir, y este conflicto debe ser resuelto positivamente para que las adquisiciones no sean sólo verbales y temporales (pág. 147).

Quienes se han dedicado al estudio de las ideas previas, sugieren que durante las actividades del aprendizaje se tomen estas ideas como punto de partida y que se consideren de forma especial los errores cometidos sistemáticamente, puesto que en ellos se manifiestan las características del pensamiento del niño.

En la actualidad existen numerosas investigaciones (Akinsola y Jegede, 1988; Brumby, 1979; Gil y Carrascosa, 1985; Heinz-Fry y Novak, 1990; Novak, 1979; Posner y Strike, 1982; Ryman, 1974; Stevensold y Wilson 1990; Stewart et al., 1979; Stewart, 1985; Engel and Wood-Robinson, 1985a y 1985b; Longden, 1982), en las que se reconoce que las ideas relativas a los fenómenos naturales (desarrolladas muchas veces antes de la escolarización) actúan como factores que dificultan el aprendizaje de conceptos biológicos.

Las concepciones espontáneas de los estudiantes presentan características muy específicas, son: *personales* pues son el resultado de la actividad individual del alumno, no se adquieren directamente del medio cultural o educativo. *Científicamente incorrectas*, porque casi todas tienen un grado de abstracción limitado y se ciñen demasiado a lo observable. De esta manera se alejan bastante de los conceptos muy elaborados que por lo general forman parte de los currículos. *Implícitas*, puesto que el alumno no tiene conciencia de ellas y es incapaz de verbalizarlas correctamente. *Incoherentes*, por carecer de un sistema elaborado pueden ser contradictorias. Esto revela la teoría implícita del estudiante. *Tenaces*, son resistentes al cambio, la causa de tal resistencia debe buscarse en su propio origen. *Ubicuas*. Su presencia trasciende al dominio social e interpersonal. Es raro que alguien no tenga este tipo de ideas. *Compartidas*, se incurre sistemáticamente en los errores conceptuales, sin importar la edad (Pozo y Carretero, 1987).

En ocasiones las nociones del niño se caracterizan por que *reproducen errores históricos* superados hace tiempo y por articularse a estructuras conceptuales complejas. Algunos patrones identificados en las respuestas infantiles relativas a los fenómenos naturales son: el uso incorrecto de los términos científicos, que son usados de un modo alternativo en el lenguaje de la vida diaria; visión egocéntrica del mundo; lo que no se puede observar no existe; animismo y atribución de características animales o humanas a las cosas (Gilbert y Osborne, 1986).

El aprendizaje de las ciencias de la naturaleza empieza al nacer. Desde ese momento el niño está construyendo sus nociones que va a ir perfeccionando paso a paso. Va formando así lo que podemos llamar nociones espontáneas, que interactúan cuando el niño llega a la escuela, con lo que se le enseña en ella. Si queremos enseñarle tenemos que partir de esas ideas (Delval, 1983, pág. 285).

b) los preconceptos y el diseño curricular

En la estructuración conceptual de los currículos de ciencias se procede en función de dos variables: la primera consiste en establecer las relaciones de tipo lógico, que se definen de acuerdo a la naturaleza de la disciplina. La otra implica una organización en relación a los procesos mentales de quien aprende, es decir considera la secuenciación desde el punto de vista psicológico. Dentro de esta variable, los preconceptos son un recurso importante (Otero y Brincones, 1987).

Cuando se diseña un currículum es conveniente considerar las ideas previas de los estudiantes, de esta manera las propuestas tendrán más contacto con la realidad.

Por lo común el currículum se arma artificialmente con los conceptos de teorías "terminadas"

...en los libros de texto y en los cursos de ciencias se le dan al alumno fundamentalmente respuestas, en forma de conceptos explicativos, y rara vez se presentan los problemas que los originaron (Otero y Brincones, 1987, pág.91).

Se ha propuesto entonces generar estructuras conceptuales más significativas, en las que se explique la génesis de los conceptos a partir de su evolución histórica. Por ejemplo, en el caso de la teoría evolutiva, se ha sugerido utilizar la argumentación histórica que alude al abandono gradual de fijismo (cuando perdió crédito como fuente de explicación a la diversidad, el orden en el sistema natural y la impresionante adaptación de todos los organismos a su ambiente) y al surgimiento de la idea de la transformación.

1.5 UTILIDAD DIDÁCTICA DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA

En su libro *Psicogénesis e Historia de la Ciencia* Piaget y García, (1982) plantean una serie de analogías entre las construcciones históricas y los procesos psicogenéticos. Según estos autores existe semejanza entre la epistemología y las etapas que caracterizaron el nacimiento de las ciencias.

Los descubrimientos de las investigaciones sobre la estructura cognitiva del estudiante, han coincidido en que "los marcos interpretativos de los alumnos son similares a las teorías científicas históricamente superadas" (Sebastia, 1984).

El nuevo conocimiento se obtiene por medio de reorganizaciones, ajustes, correcciones y adjunciones. Este proceso es válido tanto para los mecanismos del pensamiento humano, como para los pasajes de un periodo histórico al siguiente.

...tanto en la Historia de las Ciencias como en la psicogénesis, los únicos factores omnipresentes en los desarrollos cognoscitivos son de naturaleza funcional y no estructural. Dichos factores están vinculados con la asimilación de lo que es nuevo a las estructuras precedentes, y con la acomodación de éstas últimas a las nuevas adquisiciones realizadas (Piaget y García, 1982, pág.30).

El aporte de la Historia de las Ciencias constituye una de las referencias a las que se ha recurrido con el fin de encontrar la estructura interna de las preconcepciones que propicie estrategias más efectivas de enseñanza y aprendizaje (Saltiel y Viennot, 1985).

El conocimiento del desarrollo histórico de los diversos campos de la ciencia ofrece una alternativa interesante para el profesor y el planificador de la educación, la historia de la ciencia

puede ser una buena guía para el trabajo en el aula y puede utilizarse por lo menos de 3 maneras (Delval, 1983):

- a) Las ideas que posee el alumno para explicar diversos fenómenos tienen relación con las nociones precientíficas que se formularon a través de la historia. Sin embargo esto no significa que exista una recapitulación en el desarrollo histórico del niño, sino que cuando se enfrentan a un problema tratan de explicarlo recurriendo a la propia acción, actuando sobre los objetos. Conocer las ideas sobre determinados conceptos ayuda a comprender las explicaciones que dan los estudiantes, pero no hay que establecer un paralelismo entre ellas o esperar que sean iguales siempre.
- b) El desarrollo de una disciplina constituye una fuente de sugerencias sobre el orden en que deben enseñarse los conceptos. Históricamente se desarrollaron primero las nociones más sencillas, por lo que si partimos de ellas el alumno podría comprender más fácilmente.
- c) Es útil la historia de la ciencia para comprender la historia general. El desarrollo científico es parte integral del desarrollo social y con frecuencia "los problemas científicos han surgido de los problemas que se planteaban en esa sociedad". La ciencia y la historia de la humanidad establecen una simbiosis si las relacionamos.

El uso didáctico de la historia de la ciencia se ha investigado sobre todo en lo relativo al aprendizaje de la física (Saltiel y Viennot, 1985; Pozo, 1987). También existen algunos estudios realizados en el campo de la biología, en uno de ellos se afirma que:

Uno de los aportes más útiles que podemos obtener de la historia de la biología, es saber cuáles han sido los cambios conceptuales que permitieron el desarrollo de la biología actual. Partiendo de los cambios conceptuales se pueden establecer las bases del pensamiento biológico que los alumnos deben adquirir [...]

[...] la historia puede servir para mostrar que los conocimientos actuales no resultaron de la acumulación de resultados de experiencias exitosas (Gagliardi, 1986 pág.34).

De acuerdo con Saltiel y Viennot (1985), los estudios acerca de las ideas espontáneas reactivan nuestro interés por el conocimiento de la historia de la ciencia, pero sobre todo nos invitan a "no subestimar las dificultades de nuestros estudiantes", puesto que tales dificultades son etapas obligadas y necesarias para el aprendizaje como cambio conceptual.

1.6 EL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS

La importante función de los conceptos en el proceso del conocimiento humano ha sido enfatizada por Ausubel, Novak y Hanesian (1976). Para ellos es indispensable establecer cómo son adquiridos los conceptos y qué procesos psicológicos se involucran.

De acuerdo con estos autores los conceptos pueden adquirirse mediante dos procesos fundamentales: la formación y la asimilación.

La *formación de conceptos* es característica en los niños durante la edad preescolar y ocurre por medio de

la adquisición espontánea (sin guía) e inductiva de ideas genéricas[...], basada en experiencias empírico-concretas. Es un tipo de aprendizaje por descubrimiento en el que intervienen[...], procesos psicológicos subyacentes como el análisis discriminativo, la abstracción, la diferenciación, la generación y la comprobación de hipótesis y la generalización (pág.91).

Los niños en edad escolar, los adolescentes y los adultos, se apropian del conocimiento a través de un proceso de *asimilación conceptual*

Aprender un concepto nuevo depende de las propiedades existentes de la estructura cognoscitiva, del estatus de desarrollo general del alumno y de su capacidad intelectual, como de la naturaleza del concepto y de la manera como es presentado.
[...] la experiencia individual singular tiende todavía a darle un sabor denotativo y connotativo idiosincrático a la mayoría de los conceptos (pág.92).

A partir de los trabajos de Ausubel y Novak ha habido un consenso creciente en cuanto al papel fundamental que cumplen los conceptos en la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, la asimilación del sistema conceptual propuesto en los programas y libros de ciencia es en general un proceso muy difícil para el alumno (Mertenz 1979; Cuamaño, 1988).

La solución a los problemas que se generan en los procesos de enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos es muy complicada y requiere de una metodología especializada (en ocasiones ecléctica, pero no atórica) para revelarlos, entenderlos y evaluarlos. "La complejidad del proceso de aprendizaje de conceptos científicos [...] obliga a poner en práctica estrategias igualmente complejas para su enseñanza" (Pozo, 1987b).

Este investigador admite también la ausencia de una estrategia didáctica simple y segura. Sin embargo menciona que se han desarrollado diversos modelos en los que se sugieren tres fases sucesivas en la estructura de una unidad didáctica. Los modelos implican: la presentación del material de aprendizaje basado en la realización de experiencias como la recepción de un modelo

conceptual alternativo. Uno de los propósitos fundamentales en esta fase es explicitar las concepciones espontáneas de los alumnos relativas a los fenómenos presentados.

La segunda fase debe avocarse a la interpretación, resolución y explicaciones posibles de los conflictos surgidos en la fase anterior.

En la última fase se pretende consolidar los conocimientos que se aplicaron antes. Se plantea la posibilidad de aplicar la teoría recién adquirida como alternativa a sus concepciones espontáneas.

Es evidente que la operatividad de los modelos propuestos supone un gran esfuerzo de renovación en la enseñanza de las ciencias, además de que exige una reducción considerable de los contenidos (Poza, 1987).

La "Revolución conceptual" que debe producirse en el alumno deberá provenir del diseño curricular vertical adaptado a las concepciones y necesidades del alumno... La estrategia supone un reto para los propios profesores (pág. 112).

En México, Huerta (1977) y Castañeda (1987), diseñaron metodologías semejantes cuyo propósito es facilitar el aprendizaje de conceptos. Estos autores comparten la idea de utilizar los principios básicos para la formación de conceptos, como lo han planteado Ausubel y Novak.

Huerta (1977), subraya la importancia que tiene respetar los procesos naturales que intervienen en la formación de los conceptos, y establece los antecedentes necesarios para que esto suceda.

De acuerdo con este autor, el primer tipo de conocimiento que adquirimos es el llamado conocimiento *de* las cosas. Este tipo de conocimiento se produce cuando los órganos de los sentidos son estimulados por un objeto o hecho. El estímulo imprime una imagen o representación sensorial que es almacenada en el cerebro y podrá utilizarse posteriormente.

El conocimiento de las cosas se produce a partir de la familiarización del entorno. Resulta de la representación inmediata del mundo que nos rodea, a través de él sólo se perciben las cualidades materiales de las cosas.

La segunda fase en el proceso del conocimiento conduce al conocimiento *acerca* de las cosas. Esto ocurre en el momento que surge la comparación y la contrastación de las imágenes y la *abstracción* de los elementos comunes que darán lugar a la *noción*.

Huerta (1977) define a la noción como la primera de las ideas derivadas de la confrontación que "se va corrigiendo gradualmente con cada experiencia por medio de aproximaciones sucesivas a la realidad". Las nociones se generan a partir del "conocimiento del sentido común, son subjetivas y se expresan con dificultad".

Hacer explícitas las nociones en el estudiante constituye un requisito inevitable en el aprendizaje significativo. Quien no posee la noción no puede comprender la definición de los conceptos y esto entorpece la adquisición del conocimiento.

La noción existe aisladamente en la estructura cognoscitiva, en cambio quien domina el concepto, tiene la capacidad de relacionarlo con otros factores que delimitan su significado y su función.

El tratamiento de las cosas como entidades separadas es propia del sentido común y opera a nivel de las nociones, en tanto que la sistematicidad o consideración de algo como parte integrante de una estructura ya pertenece al enfoque científico de las disciplinas. El concepto constituye la unidad del pensamiento teórico.

Para facilitar la enseñanza de los conceptos Huerta (1977) y Castañeda (1987) coinciden en varios aspectos, por lo que sus planteamientos se presentan conjuntamente.

Enseñar un concepto exige que el profesor (o el diseñador de los materiales de enseñanza):

1. Investigue y proporcione la noción pertinente

En este punto es importante hacer hincapié en que la noción "pertinente" debe ser la que más se acerque a las que los alumnos poseen. Para proporcionar la noción pertinente primero es necesario averiguar qué tan diferenciada está en los estudiantes. Posteriormente debe consensarse y sólo entonces podrá proporcionarse. Este requisito constituye un punto de referencia ineludible y de gran importancia. Sin embargo también el más difícil de cumplir.

2. Proporcione la intensidad o núcleo intensional del concepto (connotación)*

La connotación de un concepto se determina cuando se enuncian las propiedades características que permiten definirlo y delimitarlo. La definición sirve al alumno como criterio de decisión para evitar confusiones.

Para decidir el tipo de definición que se debe usar es importante tomar en cuenta el dominio del nuevo material que tiene el alumno a quien va dirigida la enseñanza.

3. Determine la extensión del concepto (denotación)

Consiste en presentar al alumno un conjunto de ejemplos (o una muestra representativa de ellos), sobre los cuales sea posible aplicar la definición. Con la enseñanza de la extensión en el aula se debe procurar representar la experiencia cotidiana. La presentación de ejemplos tiene una función constructiva, más que ilustrativa, pues fomenta en el alumno la construcción de clases y permite las generalizaciones que constituyen la base

* Se refiere a la intensidad o características que definen al concepto.

del aprendizaje. En algunos casos es conveniente utilizar no-ejemplos para propiciar la discriminación.

4. Presente el término (palabra o expresión)

Para presentar el término es necesario proporcionar su significado, que estará conformado por la intensión y la extensión. Se debe destacar el hecho de que la intensión incluye todas las propiedades o características del concepto, pero sobre todo las relaciones que se producen entre éstas. Por lo tanto es indispensable insistir que el concepto no es solamente la definición de un término, sino la conexión lógica que permite relacionarlo con los otros conceptos que estructuran la teoría de la cual forma parte.

Desde el punto de vista didáctico, es recomendable presentar, siempre que sea posible los aspectos que propician el aprendizaje del término, como son la etimología de la palabra, sus sinónimos y sus antónimos.

5. La posición jerárquica

El conocimiento de un objeto exige conocer su posición dentro de la estructura cognoscitiva. Por lo general, al enseñar un concepto se presenta primero su antecedente y después el concepto que le sucede. Esta jerarquía la mayoría de las veces no es explícita para el alumno, por lo cual debe implementarse de alguna manera.

Proporcionar la posición jerárquica de un concepto se refiere a señalar su ubicación en la representación gráfica de la estructura del conocimiento, pero sobre todo a establecer las relaciones que se guardan entre los conceptos vecinos. La representación gráfica se construye al presentar el concepto supraordinado (del cual proviene el concepto), los coordinados (que provienen del mismo concepto supraordinado y se encuentran compartiendo el mismo nivel) y los subordinados (los conceptos que se desprenden de él). Con esta representación se proporciona al alumno un marco de referencia y una configuración global.

CAPÍTULO II

LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA Y LOS LIBROS DE TEXTO

2.1 LA CIENCIA EN LOS LIBROS DE TEXTO

Thomas Kuhn (1971, 1982) ha dedicado parte de su obra a examinar muchos aspectos de la imagen del libro de texto en la educación científica.

Kuhn considera que la educación científica es una "...iniciación dogmática, en una tradición preestablecida (...) que no invita al estudiante a evaluar ni se le prepara para eso". Hace énfasis en que esta iniciación debería estar en función de las fuentes originales, y que, sin embargo, depende totalmente de los libros escritos especialmente para los estudiantes (Kuhn, 1982).

Los libros de texto influyen poderosamente en la concepción que tenemos de la ciencia.

La concepción de ciencia adquirida por los estudiantes, es la de un producto acabado y refleja fielmente el modelo de la ciencia escolar que se proporciona en los libros de texto.

La educación científica que recibimos a través de un libro -según palabras de Kuhn- reproduce la etapa acumulativa de la ciencia "ciencia normal". Tal vez esta sea la razón por la cual el alumno concibe a las ciencias como una colección de datos organizados, que sólo le sirven para comprobar lo conocido, inmutable e indiscutible de la naturaleza.

De acuerdo con Kuhn (1982), la influencia que ejercen los libros en nosotros es directa e indirecta. Influyen directamente por ser la única fuente mediante la cual la mayoría de personas entran en contacto con las ciencias. La influencia indirecta es aún mayor y más generalizada, porque (en el ámbito escolar tradicional) los libros de texto "son los únicos almacenes de los logros alcanzados por los científicos contemporáneos".

Como lo atestiguan muchas autobiografías, incluso el investigador científico no siempre se halla libre de la imagen del libro de texto, obtenida durante sus primeros contactos con la ciencia" (Kuhn, 1982, pág. 204).

Los libros de texto presentan otros rasgos muy característicos (Kuhn, 1982):

- Presentan los conocimientos de una manera económica y fácil de asimilar, sin embargo no describen la forma en la que se originó el descubrimiento.
- Los libros de texto son el registro de los resultados estables de revoluciones pasadas, y de esta manera exhiben los fundamentos de la ciencia normal, pues para cumplir su función no requieren de presentar informes auténticos de la forma en la que los hechos fueron reconocidos por primera vez.

- Los libros de texto son los vehículos pedagógicos para la perpetuación de la ciencia normal.
- Se refieren únicamente a la parte del trabajo de los científicos del pasado, que pueda verse como una contribución al enunciado paradigmático del texto.
- Las revoluciones científicas se toman "invisibles" en los libros de texto. Por medio de las construcciones engañosas y sistemáticas a las que se recurre al escribirlos, se produce la impresión de que la ciencia ha alcanzado su situación actual por medio de una serie de descubrimientos e inventos individuales.
- Los libros presentan teorías que se ajustan a los hechos, pero este ajuste sólo surge después de transformar la información, previamente accesible en hechos que, para el paradigma anterior no existieron en absoluto.
- Las definiciones verbales que aparecen en los libros de texto son especificaciones carentes de lógica y de significado y funcionan sólo como ayudas pedagógicas.
- Hasta las últimas etapas de la instrucción científica los libros de texto sustituyen a la literatura creadora que los hace posibles.

2.2 EL DOMINIO DEL LIBRO DE TEXTO COMO APOYO DIDÁCTICO

En la experiencias de aprendizaje sobre las ciencias se ha comprobado el poderoso dominio que ejercen los libros de texto como auxiliares didácticos.

En diversas investigaciones (Yager y Penick, 1983; Barras, 1984; Otero, 1990; Gottfried y Kyle, 1992), se ha confirmado que la mayoría de los maestros de nivel básico utilizan el libro de texto la mayor parte del tiempo.

En Estados Unidos, por ejemplo, 90% de los profesores utilizan el libro de texto 90% del tiempo (Yager y Penick, 1983).

Mientras que en Madrid, en el 92% de clases de ciencias a nivel de bachillerato se utilizaban a finales de los setenta un libro de texto (48%), o más (44%). Los porcentajes de uso eran del 90% o superiores en la enseñanza básica. El 91% de los profesores de física y química de segundo y 87 % de tercero, declararon utilizar libro de texto en sus clases (Otero, 1990).

En 1976, de acuerdo con un estudio que se realizó en el Instituto Nacional de la Educación en Madrid (citado por Delval, 1983), se encontró que el 38% de los profesores de la Educación General Básica utilizaban como único material didáctico el libro de texto, y que el 83% lo consideran muy importante.

En México también es común que los profesores utilicen el libro como apoyo didáctico (Granados, 1982) y su uso es considerado necesario y valioso.

Yo estoy convencido de que el libro de texto es el arma más eficaz con la que cuenta el maestro para enseñar esta materia (biología), ya que son precisamente los libros la única fuente efectiva de autoenseñanza y actualización de conocimiento para el futuro (Gómez-Pompa, 1970).

a) Poderes

En muchas ocasiones los libros de texto sustituyen a los programas oficiales y son los que determinan finalmente lo que se estudia (Delval, 1983).

El libro de texto se utiliza como fuente única de información, tanto por los profesores como por los alumnos. Se utiliza durante el trabajo en clase, con o sin el apoyo del maestro y en las tareas y trabajos realizados fuera del aula.

Los libros de texto son el auxiliar básico que se proporciona a los estudiantes. Por ejemplo, se ha encontrado que el 98% de la instrucción en clase se realiza por medio de los materiales (no de los profesores), y que el 90% del tiempo de tareas en casa se estructura a partir de ellos. "En algunos casos los libros son realmente la única fuente de información..." (Sawyer, 1991).

Además de los poderes que tiene, el libro de texto también ofrece múltiples ventajas. Una de las principales es que el estudiante puede dosificar su uso y ajustarlo a su estilo personal de aprender. Así, el alumno tendrá la posibilidad de leer detenidamente una y otra vez las secciones que se le dificulten, o bien, podrá revisar rápidamente los pasajes que sólo requieran un ligero repaso, y tendrá la opción de hacerlo tanto dentro como fuera del aula (Novak, 1977).

El empleo de un buen texto proporciona al maestro muchos beneficios, sin embargo también deben tenerse en cuenta las limitaciones que ofrece su uso.

b) Peligros

Quizá uno de los mayores peligros que representa el libro de texto es utilizarlo en sustitución del profesor.

En un estudio realizado por Gould (1977), se estimó el uso del libro de texto en ciento cuatro lecciones. El estudio se realizó en veinte escuelas secundarias y se descubrió sorpresivamente que la mayoría de las veces se esperaba que los alumnos utilizaran el libro como una fuente de información sin el apoyo del maestro.

Delval (1983), reconoce esta situación y afirma:

Sin duda muchos maestros utilizan los libros de texto porque no disponen de otro material mejor y en muchos casos el texto está concebido como sustituto del profesor (pág. 353).

En otro estudio, Evans (1976) señala que para los alumnos y los maestros los libros representan fuentes infalibles del saber. La palabra impresa en los libros de texto es vista con

respeto y reverencia. Esta fe ciega en el contenido del libro consigue perpetuar los errores, omisiones e ideas mal interpretadas que contienen.

Delval (1983) hizo un recuento de las múltiples deficiencias que poseen los textos en España, mismas que son compartidas en los libros de otros lugares del mundo, incluyendo nuestro país:

- Existe un desajuste entre el nivel del libro y el desarrollo intelectual de los lectores, pues son demasiado elevados o presentan el contenido en forma inadecuada.
- Describen experimentos imposibles de realizar, por la rareza de los materiales o por la falta de claridad metodológica.
- Presentan una cantidad abrumadora de nombres inútiles, con los que sólo se consigue recargar la memoria del alumno.
- Las explicaciones que proporcionan con frecuencia son incomprensibles incluso para los adultos, pues parten de conceptos científicos y no de la experiencia, cuando se sabe que el niño es más adelantado en el plano de la acción que en el pensamiento abstracto.

(...) en buena parte de los casos [el libro de texto] es un material completamente inútil. Es un material destinado a los alumnos, pero que éstos difícilmente pueden comprender sin la ayuda del profesor (Delval, 1983, pág. 353).

Con base en las diferentes consideraciones sobre los poderes y los peligros que implica el uso del libro de texto, se puede decir que todas las ventajas que podría ofrecer se ven anuladas cuando el material no resulta adecuado para las habilidades del estudiante. En vista de esta situación, surge la necesidad de determinar cuáles son los criterios que pueden usarse con el fin de facilitar la elección.

2.3 EL PAPEL DEL LIBRO DE TEXTO EN EL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA

Desde hace tiempo se empezaron a investigar las características de los libros de texto de ciencias, a partir fundamentalmente de alguna teoría sobre la forma en la que los alumnos aprenden (Otero, 1990).

Ausubel (1976) y Novak (1982), consideran que el desarrollo cognitivo de los estudiantes puede mejorarse en función de dos variables básicas: los *materiales de aprendizaje disponibles* y la *habilidad del profesor para obtener materiales apropiados*.

De acuerdo con Novak (1982), los materiales apropiados serán aquellos que activen la construcción de significados, al tomar en cuenta factores como la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora y sobre todo "las experiencias relevantes previas que hayan tenido los estudiantes"

También es importante que en los materiales de lectura se presente una selección de conceptos pertinentes que puedan utilizarse como elementos básicos para la estructuración del conocimiento.

Esto sugiere que si los materiales elegidos parten de los principios básicos del aprendizaje significativo, y consideran la información previa con la que cuenta el estudiante, la obtención del conocimiento se facilitará.

(...) lo ideal sería que, después de la primaria, los materiales del currículum se produjeran para los estudiantes y no para los profesores.

Las deficiencias frecuentes atribuidas a los libros de texto no son en realidad inherentes al medio de transmisión, sino que reflejan más bien deficiencias comunes a todos los materiales de enseñanza impropriadamente preparados, como la falta de claridad, la comunicación ineficaz, el nivel inadecuado de elaboración y la falta de ideas explicativas e integradoras (Ausubel, et. al 1976, págs. 328 y 329).

CAPÍTULO III

3.1 MÉTODOS DE ANÁLISIS

Actualmente existe una enorme demanda de los libros de texto como principal apoyo del profesor, quizá por esto sea tan difícil reconocer que los libros sean materiales de aprendizaje imperfectos. La tendencia en los libros de texto ha sido sacrificar la presentación en profundo, con la intención de cubrir la creciente demanda de contenidos (Woodward, 1987).

En los últimos años se han realizado diversos análisis (Shymansky, 1988) y se han diseñado distintos métodos para la evaluación de los materiales escritos. Hay quienes basan sus estudios en los propósitos de los autores (Lynch y Strube 1985); otros parten del análisis del contenido y la estructura de la materia de estudio (Anderson and Botticelli, 1990; McLeod 1979, Meyer, 1988). La apariencia visual del texto también ha sido objeto de investigación (Gabel, 1980; Reid y Miller, 1980); así como las necesidades, intereses o capacidades de los alumnos (Briton, et. al, 1982; Prosser, 1979).

En otros estudios se han diseñado instrumentos con cierto grado de objetividad, claridad y validez. Algunos se basan en la aplicación de cuestionarios o tablas que ayudan en la evaluación de los libros (Doran y Sheard, 1974; Leonard y Lowery, 1976, 1978a, 1978b; Wandersee, 1988).

Ante la diversidad de caminos que pueden transitarse para elegir un buen libro de texto ¿Cuál o cuáles pueden considerarse básicos?

Lo más común es que el profesor recurra a juicios de valor y apreciaciones subjetivas cuando selecciona un libro, sin embargo existen algunas características que pueden evaluarse más objetivamente. Una de esas características es la legibilidad (Shuard y Rothery, 1984).

3.2 LA LEGIBILIDAD

La lectura es la acción elemental requerida para acceder al conocimiento planteado en un libro.

El desarrollo de las habilidades de lectura siempre se ha considerado como una de las metas principales en la instrucción básica. Sin embargo se ha ido relegando debido al constante incremento en los contenidos.

Aparentemente la lectura es un proceso sencillo, y se cree que quien es capaz de leer puede recibir y comprender con facilidad la información que se le presenta en un texto. Sin embargo "...la lectura es un complicado proceso del cual se generan muchos problemas del aprendizaje" (Delval, 1983).

La legibilidad* se refiere a los atributos que posee un material escrito, que pueden facilitar su lectura o bien afectar su comprensión.

* También se ha traducido como lecturabilidad.

La legibilidad fue definida en 1948 por Dale y Chall (citados por Shuard y Rothery, 1984), como "la suma total de todos los elementos y las interacciones que pueden afectar el grado de comprensión, la fluidez y el interés de la lectura".

Esta definición involucra tanto a las características del texto, como a las interacciones que se producen entre éste y el lector.

a) Desarrollo histórico del concepto de legibilidad

Las primeras investigaciones sobre legibilidad fueron atóricas. Durante los años 20 y 30 se probaron numerosas variables antes de descubrir cuáles son los índices de dificultad semántica y sintáctica de los materiales escritos.

Los primeros criterios de legibilidad se enfocaron hacia las características del texto para predecir el grado al cual un lector promedio puede leerlo.

En las investigaciones acumuladas a partir de entonces, se han identificado constantemente dos factores que diferencian los niveles de dificultad textual: la dificultad promedio de la palabra y la extensión de la oración.

La siguiente lista (tomada de Zakaluk y colaboradores, 1988) sirve para ilustrar el desarrollo del concepto de legibilidad. En ella se resumen diversos puntos, la mayoría tipificados por una fórmula de legibilidad.

1. El énfasis casi exclusivo sobre las variables de estilo en las fórmulas de legibilidad.
2. La reducción de variables de estilo a factores semánticos y sintácticos.
3. La búsqueda de un criterio satisfactorio para el desarrollo de las fórmulas.
4. La presentación de los registros de la fórmula de legibilidad en términos de niveles de grado.
5. El uso eficiente de una lista de palabras para el factor semántico y la extensión de la oración para el factor sintáctico.
6. El uso eficiente de la extensión de la palabra para el factor semántico y la extensión de la oración para el factor sintáctico.
7. La tendencia hacia el incrementado énfasis sobre la facilidad de utilizar las fórmulas.
8. El desarrollo de fórmulas para otras Lenguas además del inglés.
9. La introducción del procedimiento "cloze" como un criterio conveniente para el desarrollo de las fórmulas.
10. Las críticas crecientes hacia las fórmulas de legibilidad en términos de sus criterio de desarrollo y sus registros de niveles de grado.
11. La crítica creciente de las fórmulas de legibilidad en términos de "escribir para la fórmula".
12. La necesidad de perfeccionar las medidas comunes de legibilidad.

Existen muchas limitaciones en el empleo de las fórmulas para predecir la legibilidad de los materiales. Una de las principales es que el uso de distintas fórmulas pueden proporcionar estimaciones muy diferentes, aún cuando sean empleadas en el mismo pasaje. Otra crítica interesante es la que se refiere a que no permiten evaluar a un lector particular, ni son sensibles para captar si existe interés por la lectura o cómo influyen otros aspectos importantes (Shuard & Rothery, 1984).

En los estudios actuales sobre la legibilidad, se ha pretendido rebasar los límites impuestos por las fórmulas, y se intenta establecer sistemas de análisis que involucren los factores que influyen en el aprendizaje y en la memoria (Zakaluk y colaboradores, 1988).

b) La legibilidad y el aprendizaje de la ciencia

Por ser considerada como un factor que influye en el aprendizaje de la ciencia, la legibilidad ha sido motivo de múltiples investigaciones.

En los Estados Unidos, Gilbert (1973), Gould (1977) y Graham (1978), confirmaron con sus investigaciones que el lenguaje utilizado en los libros de texto, tiende a ser difícil y que en general los libros de ciencia son superiores al nivel de lectura que tienen los niños en la escuela elemental.

Es probable que cuando los libros de texto de ciencia se ajusten a las habilidades y experiencia de los alumnos (en términos de lectura y conocimiento), éstos puedan interpretar el significado de los conceptos científicos con mayor facilidad.

c) Las facetas de la legibilidad

Tessa Carrick (1977, 1978, 1982), ha realizado diversos estudios sobre las características de los libros de texto utilizados en los primeros cursos de biología en las escuelas inglesas. Esta autora considera tres facetas importantes de la legibilidad: el *interés* del lector y la *motivación* originada por el libro; la *visibilidad* del material impreso, y las características del *lenguaje*.

El primer punto es muy importante, un alumno leerá un libro de texto sólo si está motivado convenientemente. El estado interno y emocional del lector es crucial, pues se ha demostrado que un alumno motivado rebasa los límites que le pudiera imponer la legibilidad del material (Zakaluk y colaboradores, 1988).

El primer impacto del libro de texto proviene del diseño de su cubierta, el color, las ilustraciones o fotografías también son importantes.

En cuanto a la visibilidad de la impresión ésta es afectada no sólo por el tamaño, forma y espaciado de las letras, sino también por el contraste de la tinta y el lustre del papel, la extensión de línea, la disposición general y la iluminación. Es recomendable que en los libros se utilicen *itálicas* o *negritas* para enfatizar las ideas importantes.

Otro factor fundamental lo constituye el lenguaje empleado por el autor. Aunque se ha reconocido que los términos juegan un papel esencial en el lenguaje de la ciencia, también se sabe que pueden actuar como barreras para la comunicación efectiva (Barrass, 1979). En la sección 3.5 de este capítulo se abunda sobre este tema.

Por otra parte, la legibilidad no sólo se ve afectada por la sintaxis y el vocabulario empleado, el conocimiento que trae consigo el lector también constituye un factor esencial.

Diversos estudios han demostrado que el significado no reside únicamente en el texto, sino que deriva de las construcciones que los lectores hacen por sí mismos, basados en sus antecedentes y sus experiencias personales (Zakaluk y colaboradores, 1988). En la sección 3.4 de este capítulo se amplía la información a este respecto.

d) Las fórmulas de legibilidad desarrolladas para el idioma español

Como se ha mencionado antes, las fórmulas de legibilidad se desarrollaron originalmente para los materiales escritos en el idioma inglés.

Las correlaciones entre el desempeño de la comprensión, la dificultad de las palabras y la extensión de las oraciones están basadas sobre textos escritos en inglés y no se puede llevar a cabo automáticamente en otro lenguaje (Morles, 1981).

El primer intento para introducir el empleo de las fórmulas de legibilidad para el idioma español se generó en 1959. Fernández Huerta (citado por Zakaluk y colaboradores, 1988) hizo la adaptación a una de las fórmulas más populares (el índice de legibilidad Flesch), con el fin de evaluar los materiales escritos para el español como segunda lengua. Esta fórmula se adaptó originalmente al idioma francés, pero se encontró que su aplicación era muy limitada.

En 1972, en Venezuela Gutiérrez y colaboradores desarrollaron la primera fórmula para el idioma español diseñada fuera de Estados Unidos. La fórmula consiste en una ecuación de regresión múltiple que utilizó el procedimiento "cloze" como criterio y fue validada sólo hasta el sexto grado de educación primaria.

Con el propósito de determinar si otro de los métodos más utilizados para evaluar la legibilidad de textos en inglés (la Gráfica Fry) podía ser adaptada para utilizarse en el idioma español, García (1977) realizó un estudio. Este autor confirmó que tanto en español como en inglés las palabras y las oraciones largas son más difíciles que las cortas y estableció que las bases de la gráfica Fry pueden ser utilizadas si se hace un ajuste a los números que aparecen en los ejes.

Posteriormente en España, entre 1981 y 1983, López Rodríguez estudió 26 variables lingüísticas y seleccionó 7 de ellas para su primera fórmula. Su criterio fue derivado de las pruebas "cloze".

En la actualidad se cuenta con algunas fórmulas para establecer la legibilidad de los materiales escritos en español, sin embargo su empleo no es muy confiable pues adolece de las limitaciones que se señalaron para las fórmulas originales.

Hasta el momento, el único método que ofrece la posibilidad de determinar la interacción entre el libro y el lector es el procedimiento "cloze" (Shuard & Rothery, 1984).

3.3 EL PROCEDIMIENTO "CLOZE"

Como se mencionó antes, la lectura es un proceso sumamente complejo, y desde hace tiempo se ha procurado desarrollar instrumentos que permitan percibir lo que ocurre internamente durante la lectura. Las pruebas "cloze" constituyen una alternativa posible para este fin. Mediante la aplicación de las pruebas "cloze" se pretende exteriorizar las conductas que permitan deducir lo que está ocurriendo en la mente del lector (Rodríguez Trujillo, 1983b).

El procedimiento "cloze" fue introducido por Taylor en 1953, y se diseñó originalmente para su empleo en el idioma inglés.

El procedimiento toma su nombre del significado que tiene el término "cierre" para los psicólogos de la Gestalt. El principio se fundamenta en la tendencia natural que poseemos para completar un patrón que ha perdido una parte "...es una propensión que tenemos para ver como un todo una parte casi completa de algo" (Graham, 1977).

Las pruebas "cloze" consisten en presentar al lector un fragmento de un material escrito al que se le eliminaron sistemáticamente algunas palabras. El sujeto deberá llenar los espacios escribiendo las palabras que hacen falta. El grado de comprensibilidad del pasaje corresponde al porcentaje de palabras exactas proporcionadas por el lector.

Las pruebas "cloze" demandan del lector su incorporación al proceso de reconstrucción del mensaje a partir de lo que él mismo conoce. En la medida que el lector domine el vocabulario con el que se expresa el mensaje y su conocimiento del tema, en esa medida será capaz de reconstruirlo (Shuard y Rothery, 1984).

3.4 LA LECTURA Y EL CONOCIMIENTO PREVIO.

La legibilidad no es una propiedad intrínseca del texto, sino que resulta de la interacción de una serie de características individuales en el procesamiento de la información. La comprensión de lectura comienza con una serie de claves decodificadoras que capacitan al lector para relacionar las palabras impresas a su lenguaje adquirido previamente.

La comprensibilidad de los materiales de lectura se determina a partir de dos aspectos fundamentales: los factores textuales y los factores cognitivos.

Los factores textuales se refieren al nivel de dificultad del texto (grado de comprensibilidad) y a los auxiliares adjuntos de comprensión (empleo de preguntas que se plantean antes o después de presentar un tema).

Uno de los factores cognitivos más determinantes es el conocimiento previo del lector acerca del tópico analizado. Los resultados de los estudios sobre activación del conocimiento previo sostienen que éste interfiere en la comprensión de lectura (Alverman et. al, 1985).

El empleo del conocimiento previo por parte del lector constituye una pieza fundamental en la comprensión e interpretación de un mensaje escrito.

La familiaridad del tópico es un factor que influye positivamente en el desempeño de la comprensión de lectura. Con base en esta información se han diseñado estrategias (Azencot and Blum, 1985; Baldwin et al. 1985; Finley, 1983; Razak, 1989; Stinner, 1992; Wright, 1982) con las que se busca incrementar los niveles de comprensibilidad y propiciar la adquisición de los mensajes escritos.

Por otra parte, también existen diversos estudios en los que se explica teóricamente la lectura como un proceso constructivo, en el cual las experiencias y actitudes son asimiladas formando estructuras cognitivas llamadas esquemas (Wells y Rayford, 1987).

Los esquemas formados sirven al lector para almacenar e interpretar la información del texto. Se ha comprobado que cuando los lectores no pueden recordar exactamente los aspectos de una historia, recurren a sus esquemas formados previamente para reconstruir lo que podría haber ocurrido.

La activación del conocimiento previo durante la lectura es un factor particularmente importante. Sin embargo esto se complica debido a que la mayoría de los libros contienen series de textos breves no relacionados, de procedencia lineal, con escasa estimación de la jerarquía y las relaciones que puede haber en el contenido (Wells y Rayford, 1987).

3.5 VOCABULARIO

La habilidad en el reconocimiento de las palabras tiene un efecto profundo sobre el desempeño durante la lectura de comprensión (Zakaluk y colaboradores, 1988).

El empleo de "palabras difíciles" en los materiales de lectura causan problemas al estudiante. Esas palabras en general son poco familiares al lector porque no son utilizadas con frecuencia.

Un texto de ciencias es más complejo que los demás, debido parcialmente a que en estas disciplinas se utiliza un vocabulario técnico que sobrepasa el vocabulario común. Para empeorar la situación, las palabras técnicas son a menudo de significado clave y al no entenderlas el lector pierde la oportunidad de comprender la totalidad del pasaje (Shuard and Rothery, 1984).

Debido al vocabulario tan sofisticado que se utiliza en la biología y en otras ciencias, se ha demostrado que los estudiantes tienen más problemas de lectura en esos cursos que en otras disciplinas (Barrow, 1979).

La biología es una materia de estudio que está sobrecargada de términos científicos, algunos de ellos son imprescindibles, pero muchos son usados sin necesidad.

Respecto a esta situación Stein (1979) afirmó: "He oído que un típico curso inicial de biología introduce más términos nuevos que un curso correspondiente de lengua extranjera. Y lo creo".

La responsabilidad que tienen los profesores y los autores de textos es evitar el uso excesivo de las palabras técnicas. Sin embargo esto de ninguna manera significa omitirlas. Lo más práctico en estos casos puede ser introducir un vocabulario esencial y ayudar al alumno a leer y familiarizarse con las palabras. Se pueden emplear estrategias tales como la reiteración constante a la idea principal y la introducción de comentarios familiares que enlacen la nueva información con lo que es familiar para los estudiantes. Los profesores tienen que evaluar la dificultad lingüística de un libro con el fin de proveer a sus alumnos con materiales de lectura a un nivel apropiado. "La familiaridad de las palabras es tal vez la mejor medida de su dificultad" (Shuard and Rothery, 1984).

La importancia de considerar la dificultad de las palabras en la predicción de la legibilidad ha sido objeto de otras investigaciones. Marks y colaboradores, (1974) reportaron que un incremento en la frecuencia de palabras familiares aumenta el grado de comprensibilidad, mientras que las palabras desconocidas inhiben la comprensión de un pasaje completo.

La aplicación práctica de estos datos consiste en utilizarlos como referencia, e incrementar la frecuencia de las palabras familiares en el diseño de materiales de lectura para escuelas básicas.

CAPÍTULO IV

LA TEORÍA EVOLUTIVA

4.1 Importancia del estudio de la evolución

La teoría evolutiva constituye un referente obligado en cualquier curso de biología, tanto desde el punto de vista científico como del educativo.

En términos biológicos, cualquier explicación se considera incompleta si no se hace a partir de la perspectiva evolutiva. La diversidad y la unidad de vida son aspectos que sólo pueden explicarse a partir de la evolución, pues según palabras de Dobzhansky (1973) "Nada hace sentido en biología excepto a la luz de la evolución".

En el aspecto educativo, la evolución también es relevante, pues se considera como "el concepto más fructífero y con más posibilidades de aplicación" (Novak, 1982).

Curricularmente, la evolución no se ha presentado como una teoría unificadora de la cual puedan derivarse todas las demás explicaciones biológicas y esto le ha restado posibilidades de aplicación.

Como tema de estudio, la evolución rara vez se ha presentado en los programas como la principal teoría totalizadora de la biología. Además, por considerarse un tema muy difícil (Johnstone y Mahmoud, 1980), poco práctico y de escaso valor se le ha relegado a las últimas unidades de los programas. No se ha reconocido que su importancia estriba en que es un tópico que puede relacionarse con todos los contenidos del curso.

En México, el tema de la evolución se imparte desde el 6º año de enseñanza primaria. Su inclusión es congruente con la propuesta de Engel y Wood-Robinson (1985a) quienes opinan que "la evolución es de importancia central y debe incluirse más temprano en el currículum de ciencias".

Posteriormente la temática evolutiva se retoma en el primer curso de biología en la escuela secundaria.

Desde 1946 el tema se ha mantenido presente en los programas de biología y su extensión ha variado considerablemente. Por ejemplo, en los programas de 1975 se le dedicaba casi la mitad del primer curso (tres unidades de un total de 8). Mientras que en el programa de la prueba operativa (1990-1991) se le concedió la penúltima unidad. En el programa emergente (1992-1993) compartía la penúltima unidad con el tema de la herencia, representando una mínima parte con respecto al total. (En la última sección de este capítulo se presenta el análisis cuantitativo del tema en los libros de texto).

4.2 Los orígenes del pensamiento evolutivo

Durante los siglos XVII, XVIII y XIX dominó la visión de un mundo estático, perfecto, e idéntico a su Creador. Sin embargo, ya en los siglos XVI y XVII había comenzado un profundo proceso de cambio acerca de la concepción de la naturaleza y del lugar que ocupa el hombre en ella. Los descubrimientos en todos los campos desacreditaron a la Biblia como fuente de explicación científica. "El Dios de las intervenciones y milagros fue reemplazado por la imagen de Dios como autor de leyes generales que funcionan como causas secundarias en la producción de todo fenómeno concreto" (Mayr, 1982).

Al final del siglo XVIII, dos problemas fundamentales demandaban una explicación: el origen de la diversidad, su aparente orden en el sistema natural y la asombrosa adaptación de todos los organismos a cada uno de sus ambientes particulares.

El creacionismo, cada vez menos convincente como fuente de explicación, fue desplazado lenta y gradualmente por la idea de un universo cambiante, de la mutabilidad en el orden natural.

Las condiciones fueron adecuadas para que se trataran estos problemas desde una nueva perspectiva, inevitablemente conflictiva con el dogma hasta entonces aceptado. Los planteamientos más coherentes y estructurados acerca del problema de la diversidad, surgieron de las ideas de Buffon y Lamarck (Sarukhán, 1988).

La doctrina de la transmutación fue enunciada en 1800, ampliada en 1809 y desarrollada completamente por Lamarck en 1815. Sin embargo, "el clamor sobre la hipótesis de la transmutación no se elevó por completo sino hasta el decenio de 1840" (Coleman, 1971).

La teoría de la evolución biológica resultó de la madurez de dos corrientes antitéticas y revolucionarias (el lamarckismo y el darwinismo), que sustituyeron la idea de inmutabilidad que había prevalecido por largo tiempo (Futuyma, 1979).

a) Jean Baptiste Lamarck: La primera teoría evolutiva

Jean Baptiste Lamarck nació en Francia a mediados del siglo XVIII, la primera parte de su vida se desarrolló en la época de las luces. Como discípulo y protegido de Buffon, Lamarck hizo sus principales aportes a la ciencia en el campo de la botánica y de la zoología.

En la *Flora Francesa* (1788) presentó una clara distinción entre los conceptos natural y artificial y ofreció un método más cómodo y confiable para la identificación de las plantas. Entre sus aportaciones a la zoología, en su obra *Historia Natural de los animales sin vértebras*, estableció la división entre vertebrados e invertebrados. Durante el análisis de sus obras dedicadas a la botánica y a la zoología, llegó a las nociones de variabilidad y transformación de los seres vivos (Ruiz, 1990a)

De acuerdo con el esquema evolutivo de Lamarck, las principales fuerzas transformadoras eran "las circunstancias favorables" y el "tiempo" (la influencia ambiental) que actuaban sobre la maleabilidad del individuo (Coleman, 1971).

Lamarck pensaba que los animales procedían unos de otros, con una progresión proveniente de una fuerza expansiva interna, que se sumaba a las características que se habían adquirido del medio (Mason, 1988).

Lamarck fundamentó su teoría en 4 leyes:

- 1.- La naturaleza tiende a incrementar el tamaño de los seres vivos hasta un límite predeterminado.
- 2.- Los nuevos órganos se producen como resultado de una nueva necesidad.
- 3.- Los órganos alcanzan un desarrollo que es proporcional al grado de uso a que son sometidos.
- 4.- Todas las características adquiridas por un individuo son transmitidas a su progenie. (Sarukhán, 1988).

La generalidad de estos hechos permite el planteamiento de dos leyes:

La "ley del uso y desuso", en la cual se sugiere un desarrollo mayor de las partes más utilizadas.

La segunda ley es conocida como la "herencia de los caracteres adquiridos", en ella se plantea que los factores externos actúan como modificadores produciendo cambios, que son recibidos por la descendencia.

En su teoría de la evolución, Lamarck concedió mayor importancia a los efectos producidos por las circunstancias ambientales. El uso y no uso de los órganos y la acción estimulante del medio fueron considerados como la fuente primaria de variabilidad (Ruiz, 1990a).

Lamarck pensaba que las costumbres, la manera de vivir, y las circunstancias en las que se encontraban los ancestros de los individuos, determinaban directamente la forma de sus cuerpos y el número y estado de sus órganos. De esta manera descubrió "sin darle nombre, el fenómeno universal de la adaptación..." (Ruiz, 1990a).

De acuerdo con Lamarck, los seres vivos salían de su plan natural porque tenían que acomodarse al ritmo cambiante del medio circundante. La adaptación era una resultante de la interacción organismo-medio, en la cual los cambios adquiridos eran perpetuados en las siguientes generaciones.

Lamarck explicó la evolución como dos factores que se oponían:

Primero, una tendencia interna al cambio, con un aumento de complejidad preestablecida por la naturaleza. Segundo, el ambiente impide que ese plan se cumpla. Las especies no pueden sobrevivir idénticas, tienen que cambiar para poder seguir viviendo. El origen de las

transformaciones, es el cambio en las costumbres y los hábitos, producidos por sus necesidades y sus usos (Ruiz, 1990a).

b) Charles Darwin: La teoría moderna de la evolución

La primera idea consistente de una serie evolutiva representada por un árbol genealógico con descendencia común fue desarrollada por Darwin. En ese árbol se presentaban formas emparentadas que procedían de padres comunes. Darwin enfatizó la pasividad de la evolución orgánica y la explicó como un mecanismo externo (la selección natural) "y no por una tendencia interna hacia la vida superior" (Mason, 1988).

Charles Darwin nació en Inglaterra, a principios del siglo XIX. En 1831 realizó un viaje que produjo un profundo cambio en su vida. Durante los cinco años que duró el recorrido, se dedicó a coleccionar diversas muestras de animales y plantas. Cuando regresó a Inglaterra comenzó el estudio de todo el material recabado. En 1838 concibió a la selección natural como el mecanismo que podría explicar la evolución.

En el transcurso de 20 años fue argumentando y reforzando las bases de su teoría, que finalmente publicó en 1859.

De acuerdo con Mayr (1978), la obra de Darwin contiene 4 subteorías principales, dos de ellas son compatibles con el pensamiento lamarckiano.

La primera es la idea de cambio en las especies, la segunda es el gradualismo y la continuidad en el proceso evolutivo.

Los otros dos principios son originales. Darwin aportó el postulado de *parentesco* y *descendencia común*. Lamarck, por el contrario concebía a los organismos o grupos de éstos en líneas independientes, de origen espontáneo y tendientes a la perfección. Lamarck se interesó por la verticalidad de la evolución, es decir por su dimensión temporal. Darwin, por su parte, dirigió su atención hacia la diversificación de las especies, o sea, la evolución horizontal.

La *selección natural* es la cuarta subteoría de Darwin y constituye la piedra angular para la interpretación de su amplio programa de investigación. La selección ocurre en dos fases: en la primera se produce la variabilidad (cuyo origen fue desconocido para Darwin, y se aclaró hasta que la genética se consolidó como ciencia). La capacidad de cambio en una especie, en cuanto a aspecto, forma y funciones, proviene de su habilidad para adaptarse y sobrevivir en la variedad de nichos ecológicos que se puedan ocupar (Mayr, 1978).

La sobrevivencia en la lucha por la existencia, constituye la segunda fase de la selección natural.

Darwin fijó la atención en algunos hechos, que son fundamentales en el planteamiento de su teoría: la variabilidad de los organismos se hereda a su descendencia; los individuos generan más prole de la que puede sobrevivir, y en promedio, los descendientes que cambian en favor al

ambiente serán los que sobrevivan y se propaguen con más facilidad. La selección natural contribuye a la permanencia de las generaciones más aptas y favorables, aunque la variación no procede necesariamente en la dirección más favorable. La evolución es entonces el resultado del azar y la necesidad (Pace, G.M. 1982).

Darwin reconoció que las variaciones no son adaptativas en sí mismas, sino que dependen del ambiente en el cual se desarrolle el organismo. De esta manera, algunas serán favorables en cierto ambiente, perjudiciales en otro, o simplemente neutras (Ruiz, 1990a).

Aún cuando se han descubierto otros mecanismos evolutivos, la teoría de la selección natural se conservó como la base de toda explicación para entender la diversidad y el cambio en los organismos.

4.3 El neodarwinismo. La teoría sintética de la evolución

A partir de 1900, con el redescubrimiento de los trabajos de Mendel, se comenzó a preparar el terreno propicio para la llamada síntesis evolutiva.

Bajo la influencia del Darwinismo, Mendelismo y la Genética de poblaciones, se produjo en 1915 la primera síntesis. Hasta ese momento se le concedió la debida importancia a la selección natural y se comprendió que la mutación es la fuente de la variación genética (Mayr, 1987).

Una segunda etapa en la síntesis ocurrió en el momento de introducir los estudios de genética de poblaciones y la creación de modelos explicativos. Por medio del principio de Hardy-Weinberg se trató de explicar el equilibrio de una población. La evolución se concibió como "un cambio de frecuencias génicas en una población".

A la luz de esos descubrimientos, y con el surgimiento de otras nociones en las distintas ramas de la biología, como fue el caso de la embriología y la paleontología, se logró una síntesis de ideas, que conforman lo que conocemos como la "Teoría sintética de la evolución".

En la síntesis se reconoció y enfatizó el carácter gradual de la evolución, la importancia de la selección natural, y se negó rotundamente la herencia de los caracteres adquiridos (Mayr, 1978).

Con la formulación final de la teoría sintética se puntualizaron dos aspectos:

1° La mutación y la recombinación son las fuentes de origen de la variabilidad, y la selección actúa sobre ellas.

2° Los procesos de macroevolución son debidos al efecto de las microevoluciones. La microevolución sostenida produce la macroevolución.

4.5 La teoría evolutiva en el Programa Emergente y en el libro de texto

El programa emergente

En el programa emergente de biología (1992-1993) los contenidos se encuentran estructurados en 5 unidades temáticas: I Diversidad. El mundo vivo y la ciencia que lo estudia; II Células, tejidos y

órganos; III Unicidad. Funciones biológicas; IV Continuidad y Transformación. Herencia y evolución; V Dinamicidad y salud humana.

Como se hace notar en el análisis del programa (anexo 1), la mayor parte de los contenidos se refieren a aspectos fisiológicos.

En la introducción que se hace al programa emergente de biología de primer grado (1992), se reconoce a la teoría evolutiva como "la columna vertebral en torno a la cual se integra el conocimiento de las diversas áreas biológicas". Sin embargo, se le asignó una proporción mínima de contenidos (representa 3.7% del total) y se le relegó en la penúltima unidad.

El libro de texto

El libro de texto que usaron los alumnos que participaron en este estudio es *Maravillas de la Biología*, de Martínez, Cortés y Luján (1992). Este es un texto autorizado por la SEP y fue el que los estudiantes usaron como apoyo en todo el curso.

La teoría evolutiva se presenta en la penúltima unidad (IV): Continuidad y transformación: herencia y evolución. Esta unidad se estructura en 5 temas: El origen de la vida; la vida en las diversas eras geológicas; herencia biológica; evolución biológica y la evolución humana.

La unidad temática IV se presenta en 46 páginas, de las cuales sólo cuatro corresponden a la evolución biológica. La proporción de páginas por tema y los porcentajes respecto al número total de páginas del libro son:

tema I (13 páginas)	4.3%
tema II (7 páginas)	2.3%
tema III (17 páginas)	5.6%
tema IV (4 páginas)	1.3%
tema V (5 páginas)	1.6%

En el subtema 1. "La selección natural como mecanismo de la evolución" se establecen los antecedentes históricos de la teoría evolutiva.

La teoría de Lamarck se expresa a partir de los planteamientos erróneos por lo que más se le recuerda: el uso y desuso y la herencia de los caracteres adquiridos. Los autores desarrollan esta parte en una página y utilizan un ejemplo clásico: el de las jirafas que se estiran para alcanzar las hojas de los árboles altos y hacen que su cuello aumente de tamaño.

En la siguiente página se plantea la teoría darwiniana como el paradigma actual más aceptado y la selección natural para explicar la evolución.

En la tercera página dedicada a este tema se incluye el subtema 2. "Otros procesos evolutivos" y allí se presentan los puntos básicos de la teoría sintética de la evolución. También se hace referencia a los trabajos de Dobzhansky y Mayr, que contribuyeron a la síntesis.

En la última página correspondiente al tema se refiere parcialmente el trabajo de Simpson y se describe la interpretación de los estudios paleontológicos con el ejemplo de la evolución del caballo.

Análisis del contenido

En general el manejo del tema es muy superficial y en ocasiones impreciso, incluye además de errores conceptuales, fallas en el manejo del lenguaje, con lo cual se propician algunas concepciones erróneas de la ciencia. A continuación se presentan los detalles más sobresalientes.

1. La teoría sintética de la evolución se ubicó incorrectamente en el subtema "Otros procesos evolutivos".
2. En el pasaje dedicado a la explicación de la selección natural no se enfatiza el papel fundamental que cumple la variabilidad.
3. No se explica cómo se produce la variabilidad.

Las concepciones erróneas que promueve la lectura del tema son (adaptadas de las ideas de Gil, 1993):

- Los conocimientos se presentan en su etapa final de elaboración, como un producto acabado, no se explicitan los problemas que se generaron durante su construcción histórica. No se manifiestan las limitaciones del conocimiento actual o de sus perspectivas, esto induce a una *visión aproblemática y ahistórica*. Por ejemplo, cuando se menciona a Carlos Darwin, no se indica su nacionalidad, fecha de nacimiento, ni su obra principal *El origen de las especies*. Tampoco se mencionan las fechas del principio y fin de su viaje, ni cuanto tiempo empleó para enunciar su teoría.
- No se hace un esfuerzo por presentar a la ciencia como un proceso constructivo de la humanidad, en el que ha habido ideas erróneas que han prevalecido por mucho tiempo. La manera en la que se maneja la información hace que los conocimientos se aprecien como producto de un crecimiento continuo y *acumulativo*. Se pasan por alto las crisis que causaron las rupturas epistemológicas y las transformaciones profundas que llevaron a un cambio de paradigma. En este sentido, las investigaciones realizadas por Lamarck y Darwin se describen como ajenas, sin expresar los puntos de concordancia que hubo entre ellas y lo que las hace distintas.
- Los descubrimientos se presentan como investigaciones *individuales* descontextualizadas del medio social y la comunidad científica en los que se generaron.

Por otra parte, en la sección dedicada a los trabajos de Dobzhansky y Mayr se abunda en el detalle y se trata a una profundidad impropia para el nivel al cual va dirigido.

Las investigaciones de Simpson se abordan de manera muy general (en contraste con las dos anteriores) y en el ejemplo que presentan abundan los términos técnicos y las palabras que los alumnos señalaron como difíciles (siete en un pasaje de cien palabras, cuando lo recomendable es que no sea superior a cinco). La mayoría de las veces dichos términos se emplearon innecesariamente (Ver análisis del libro de texto en el capítulo 6, sección 6.1 inciso d).

También se pudo apreciar que son pocos los recursos didácticos que se utilizan en las cuatro páginas (2 ilustraciones, 3 preguntas, 5 "experiencias de aprendizaje" y 3 recuadros), que además no son utilizados al máximo.

Alternativas de presentación

1. La teoría sintética de la evolución pertenece a la primera parte del desarrollo del tema, en donde se mencionan las diversas teorías evolutivas. Su presentación se haría al final, enfatizando que es una de las teorías aceptadas actualmente, que existen otras y que se sigue investigando acerca de ellas.

2. Sería conveniente presentar y explicar los tres puntos principales del esquema evolutivo propuesto por Darwin:

- Variabilidad. Si no hay variabilidad no hay evolución. La variabilidad aparece azarosamente.
- Lucha por la existencia. Existe disponibilidad limitada de recursos y surge la necesidad de disponer de la variabilidad.
- Supervivencia. Los seres vivos tienen diversas capacidades para adaptarse a las condiciones impuestas por el ambiente.

3. Es recomendable mencionar a la mutación como la principal fuente de variabilidad

En cuanto al tratamiento histórico del tema sería conveniente explicitar los orígenes del pensamiento evolutivo. Es necesario tomar como referente el fijismo y el creacionismo, explicar por qué dejaron de ser convincentes y los largos periodos de tiempo que requirieron para ser parcialmente abandonados.

El ejemplo de las jirafas, utilizado para referirse al pensamiento de Lamarck es bueno. Sin embargo la ilustración que lo acompaña de ninguna manera funciona como "apoyo pedagógico", ni siquiera es atractiva. Convendría utilizar el mismo ejemplo, con ilustraciones adecuadas para contrastar las diferencias entre las ideas Lamarckianas con respecto a las ideas de Darwin.

CAPÍTULO V

DISEÑO DEL EXPERIMENTO

5.1 Definición de la muestra

Este estudio se llevó a cabo con 120 alumnos que cursan el primer año de secundaria (ciclo 1992-1993), en una escuela secundaria pública urbana de la ciudad de México. Los estudiantes pertenecen a tres grupos con 40 integrantes cada uno.

Las edades promedio por grupo son de 12, 13 y 14 años respectivamente, mientras que la edad promedio en la muestra fue de 13 años.

La proporción de sexos por grupo fue la siguiente: en el grupo A 60% hombres, 40% mujeres. En el grupo B 50% y 50% y en el grupo C 70% y 30%. La proporción global de sexos en la muestra fue de 60% hombres y 40% mujeres.

Con base en los datos proporcionados por los estudiantes, el 43% no habían "visto" el tema en la escuela primaria.

El seguimiento del conocimiento del estudiante se evaluó mediante tres técnicas:

- asociación de palabras
- mapas conceptuales
- entrevistas

Se tomó como antecedente el trabajo realizado por Macedo y Soussan, (1985) y se combinaron las 3 técnicas, a fin de reducir las limitaciones de cada una.

La legibilidad del se midió a través del método "cloze".

5.2 Instrumentos

a) Asociación de palabras

Esta técnica es una adaptación a otro procedimiento empleado por Clyde Noble en 1952 (citado por Zakaluk, 1986) para medir la significatividad de una palabra.

Un procedimiento similar fue usado por Preece en 1978 (citado por Sutton, 1980) para determinar la organización de conceptos científicos en la memoria semántica.

Las altas correlaciones entre los registros de asociación de las palabras y el desempeño subsecuente en la comprensión, sostienen la validez de la técnica para medir el conocimiento previo. Beverley Zakaluk y colaboradores (1986), rescataron el razonamiento original y lo emplearon como principio para conocer lo que el alumno ya sabe.

El primer paso consiste en presentar al alumno una palabra clave o una frase que contenga la idea principal del tópico elegido. Esta palabra servirá como estímulo generador de asociaciones, que

el estudiante escribirá en un tiempo determinado. Las respuestas que contienen ideas o palabras razonablemente asociadas se registran con un punto, el valor máximo es de diez puntos. La familiaridad del tópico investigado incrementa el número de palabras o frases asociadas. Los tópicos de los que se conoce más generan más asociaciones, que aquellos de los que se sabe menos (Zakaluk y colaboradores, 1986).

Ventajas

La asociación de palabras es una técnica simple, tanto en su elaboración como en su registro. La medida cuantitativa se registra fácilmente, pues no requiere de juicios subjetivos (Zakaluk y colaboradores, 1986).

Limitaciones

Son casi infinitas las posibilidades que hay en la generación de asociaciones libres. Se pueden proporcionar nombres, o adjetivos, palabras que son asociadas porque suenan de manera similar, o asociaciones con palabras que suelen usarse juntas, pero que el alumno no puede explicar por qué (por ejemplo átomo-molécula, o ácido-base). La respuesta puede ser una categoría superordinada, subordinada o ninguna de éstas. Por lo tanto hay cierta aleatoriedad. Sin embargo, se ha encontrado constancia en las listas de palabras analizadas. Preece (citado por Sutton, 1980) subraya la necesidad de inducir las asociaciones al contexto que se desea investigar (él lo hizo en el contexto de la física).

*Instrucciones para utilizar la tarea de asociación de palabras para evaluar el conocimiento
previo de los alumnos acerca de un tópico
(Zakaluk y colaboradores, 1986)*

Introducción oral

Esta es una prueba para ver que tantas palabras puedes pensar y enlistar en poco tiempo (tres minutos).

Se te está proporcionando una palabra clave y tu escribirás abajo tantas otras como traiga a tu mente. Las palabras que escribas pueden ser cosas, lugares, ideas, eventos -todo lo que se te ocurra- y que esté relacionado con la palabra.

Modelo y demostración en el pizarrón

Por ejemplo piensa en la palabra REY, las palabras que se relacionan pueden ser: princesa/ castillo/ reino/ de los cielos/ de los caminos/ (entre otras).

Se puede continuar con la lluvia de ideas usando otras palabras, que se adicionarán a la lista del pizarrón. Es conveniente sugerir constantemente que se pueden utilizar dos

palabras, o frases, palabras largas o cortas; cualquier idea es aceptable, no importa que tantas palabras se usen.

Recordatorios (Se proporcionan a los alumnos durante la práctica)

- No se espera que llenes todos los espacios de la página, sino que escribas todo lo que pienses en asociación con la palabra clave.

- Asegúrate de pensar constantemente en la palabra clave después de escribir cada idea, porque la prueba es para ver que tantas otras ideas trae a tu mente la palabra clave.

- Una buena manera de hacer esto es repetir la palabra clave o frase una y otra vez a (f mismo cada vez que escribas.

Registro

Dar 1 punto por cada asociación razonable (por ejemplo, carbón cuando el estímulo fue combustibles fósiles).

Dar 0 puntos para cada asociación no razonable (por ejemplo, madera cuando el estímulo fue combustibles fósiles).

Dar sólo 1 punto para las series de subclases (por ejemplo, una lista de varias cosechas cuando el estímulo fue agricultura).

Dar 1 punto más si la categoría de tales series fue nombrada. Por ejemplo, para cosecha si la palabra aparece junto a la serie de nombres de las cosechas.

Clave del registro

0 - 2 puntos Bajo conocimiento previo del tópico.

3 - 6 puntos Conocimiento promedio del tópico.

7 puntos o más Alto conocimiento previo del tópico.

b) Mapas conceptuales

En los capítulos anteriores de este trabajo se ha hecho hincapié en lo importante que es reconocer el gran valor que tienen los conocimientos previos en la adquisición de los nuevos. También se ha insistido en lo necesario que es contar con instrumentos que revelen la organización del conocimiento individual de un alumno. Uno de los medios que se han utilizado para este fin son los mapas conceptuales.

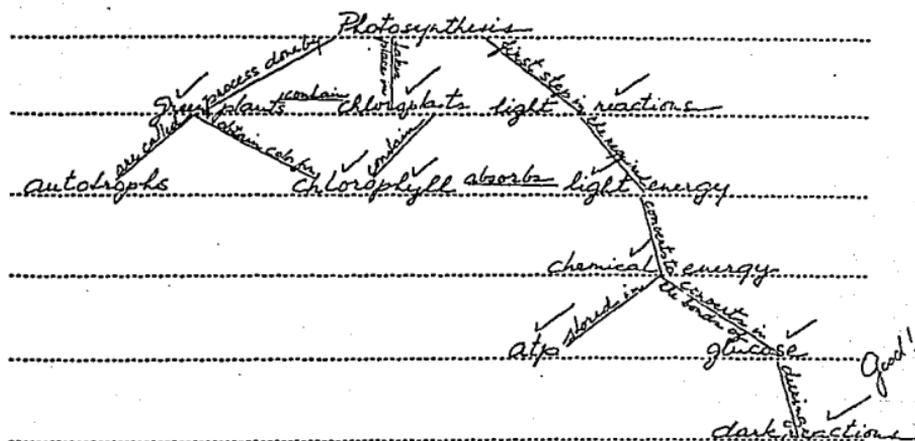
El mapa conceptual es un recurso esquemático que sirve para exteriorizar lo que el alumno ya sabe. Representan explícita y manifiestamente los conceptos y las proposiciones personales del alumno. Están hechos de conceptos interconectados por medio de líneas etiquetadas con palabras de enlace, que describen cómo están relacionados los conceptos entre sí. Los conceptos están

colocados jerárquicamente, el concepto de mayor generalidad se encuentra ubicado en la parte superior del mapa (Novak y Gowin, 1988).

Los mapas conceptuales se idearon originalmente para representar el conocimiento previo de los estudiantes, aunque actualmente se utilizan más como herramientas para incrementar el aprendizaje significativo (Heinze-Fry and Novak, 1990).

Un mapa conceptual es la representación de la estructura conceptual del conocimiento y se pueden analogar con un mapa de carreteras, en éste las ciudades corresponderían a los conceptos (Stewart et al., 1979).

Un ejemplo de mapa conceptual construido por un alumno de preparatoria acerca de la fotosíntesis es el siguiente:



(Lehman, et al. 1985).

Ventajas

La elaboración de un mapa conceptual permite la manifestación de la gama de relaciones que se dan entre los conceptos que conocemos. Durante el proceso de construcción se pueden desarrollar nuevas relaciones, que no se hacen conscientes antes de hacer el mapa.

Limitaciones

Sutton (1980) argumenta que el término "mapa conceptual" no representa adecuadamente la fluidez con la que ocurren los cambios en la mente y que "cualquier conceptualización de cómo está

organizado el pensamiento de un aprendiz, debe incluir una película tanto de su dinámica como de su estática".

Aplicaciones educativas de los mapas

(Novak y Gowin, 1988)

- Exploración de lo que los alumnos ya saben.
- Propician el aprendizaje significativo. Para ello los alumnos deben realizar un esfuerzo por relacionar el nuevo conocimiento con el anterior. El valor educativo estriba en reconocer y valorar el cambio en el significado de las experiencias de las personas.
- El trazado de una ruta de aprendizaje. Se puede construir un mapa global en el que aparezcan las ideas más importantes que se vayan a tomar en cuenta en el curso, para pasar después a mapas más específicos en los que aparezcan secciones de temas o de unidad.
- La extracción del significado de los libros de texto. Un mapa conceptual que contenga 6 ó 7 conceptos puede ayudarnos a comprender un texto difícil de leer o con poco significado. La construcción de un mapa puede representar un ahorro de tiempo para los estudiantes en las lecturas posteriores y además sirve para subrayar los significados extraídos del texto. También puede prevenir a los estudiantes acerca de las ideas equivocadas que se deben evitar. El principal obstáculo a que nos enfrentamos para extraer el significado de un texto es lo que creemos saber, y que puede estar muy alejado de lo que se plantea en el libro.

Estrategias para introducir a la construcción de mapas conceptuales

desde el séptimo curso hasta el nivel universitario

(Novak y Gowin, 1988).

Actividades previas

- 1.- Se prepara una lista con nombres de objetos conocidos por el alumno, se muestra en el pizarrón.
- 2.- Se pide a los alumnos que describan lo que piensan cuando oyen la palabra, debe quedar claro que cada uno puede imaginar cosas distintas. Las imágenes mentales que cada uno tenemos se llaman conceptos.
- 3.- Se presentan una serie de palabras que se utilizan en conjunto con los conceptos para formar frases con significado. Estas palabras son artículos, adverbios, preposiciones, verbos, etc. y se definirán como palabras de enlace.
- 4.- Se escriben en el pizarrón varias frases cortas formadas por 2 conceptos y una palabra de enlace, para ilustrar cómo utilizamos en el lenguaje estas palabras para darles significado. Por ejemplo: la célula puede ser vegetal, la célula vegetal tiene cloroplastos, etc.

5.- Se pide a los estudiantes que formen por sí mismos algunas frases cortas en donde identifiquen las palabras de enlace y los conceptos.

6.- Se elige una sección del libro de texto que transmita un mensaje concreto. Se pide a los alumnos que lean el pasaje e identifiquen los conceptos principales, que anoten algunas palabras de enlace y los conceptos menores.

Actividades de elaboración

Por medio de los mapas, algunos estudiantes han podido detectar ambigüedades o inconsistencias en los libros de texto. En tales casos es evidente que los textos no proporcionan los conocimientos necesarios para que se compartan significados.

1.- Se eligen 1 ó 2 párrafos de un libro de texto en los que los estudiantes leerán y seleccionarán los conceptos que consideren más importantes. Con esto se prepara una lista y se presenta en el pizarrón. Se numeran de acuerdo a su incidencia.

2.- Se coloca el concepto más inclusivo al principio, así se puede empezar a elaborar un mapa conceptual empleando la lista ordenada como guía para estructurar la jerarquía. Se pide la colaboración de los estudiantes para elegir las palabras de enlace más adecuadas.

3.- Para lograr una buena simetría, muchas veces es necesario rehacer el mapa 2 ó 3 veces. En este punto es bueno aclarar que puede haber más de un mapa correcto.

Criterios de puntuación

1) Proposiciones.- Se anota 1 punto por cada proposición válida y significativa.

2) Jerarquía.- Se anotan 5 puntos por cada nivel jerárquico válido, es decir, cuando la subordinación es correcta.

3) Conexiones cruzadas.- Se anotan 10 puntos por cada conexión válida.

4) Ejemplos.- Los que sean válidos para lo que designa el término conceptual se registran con 1 punto y se les encierra en un círculo para no confundirlos con los conceptos.

5) Se puede construir y puntuar un mapa que se usará como referencia y dividir las puntuaciones del mapa referente con los de los estudiantes, para obtener un porcentaje que sirva de comparación.

Recomendaciones para el profesor

- Primero se presentan los conceptos científicos más relevantes, por lo general se presenta al alumno la lista de conceptos en desorden.

- Se les indica que deben ordenar los conceptos jerárquicamente, es decir, de los más generales a los más específicos.

- Se debe señalar la necesidad de utilizar líneas para conectar a los conceptos, esto es, escribir la relación que existe entre cada par de conceptos relacionados.

- Se procurará lograr una consistencia visual.

c) Entrevistas

Existen varios métodos con los que se ha intentado determinar cómo se interconectan las ideas en la mente del que aprende, también se han propuesto diversas técnicas para diagnosticar lo que un alumno ya sabe. Una de las técnicas más antiguas es la entrevista clínica. Piaget y sus colaboradores contribuyeron enormemente al perfeccionamiento de la entrevista. Con el diseño de hechos específicos que se utilizaron en las situaciones de entrevista, fue posible detectar ciertas regularidades (Sutton, 1980).

A partir de la uniformidad en las respuestas, Piaget pudo evaluar sus capacidades cognitivas de los niños. Sin embargo no pudo reconocer "...el importante papel que desempeñan en el desarrollo del lenguaje y las estructuras específicas de conceptos relevantes, ..." (Novak y Gowin, 1988).

Piaget (1933), halló en el método de la entrevista la posibilidad de reunir los recursos del test y la observación directa.

Ventajas

La entrevista es un recurso de amplio valor, que permite conocer más allá del funcionamiento mental del individuo.

(...) la entrevista se puede considerar como un conjunto de estímulos ante los que el sujeto reacciona en función de su grado de organización, de su estructura caracterológica, de sus aptitudes, de su estado afectivo, de sus experiencias anteriores, en resumen, de todo lo que constituye su personalidad. De esta forma, aparte de su valor informativo sobre la realidad vivida y la historia del sujeto, la entrevista tiene para el observador un valor expresivo y proyectivo (Arfaoulloux, 1977, pág. 37).

Limitaciones

La entrevista proporciona la oportunidad de desplegar el razonamiento del niño, pero su empleo exige un consumo considerable de tiempo y su interpretación genera problemas.

A fin de evitar esto, Pines y sus colaboradores (citados por Sutton, 1980), proponen que los datos obtenidos se condensan estructurando una "red semántica" o "mapa conceptual".

Algo que también debe tenerse presente es que las entrevistas (al igual que cualquier instrumento) son recursos falibles, pues son: "la réplica imperfecta del conocimiento de los estudiantes..."

La estructura cognitiva del ser humano es tan idiosincrática que ninguna entrevista puede revelar con fidelidad absoluta las estructuras cognitivas de todos los estudiantes; sin embargo, las

entrevistas que se preparen siguiendo las estrategias que se aconsejan aquí, pueden ofrecer una gran cantidad de datos válidos acerca de los conocimientos de los estudiantes y respecto a la forma en que emplean este conocimiento. (Novak y Gowin, 1988, pág. 155).

Instrucciones para planear la entrevista

El formato puede variar, se puede tener una entrevista flexible (con preguntas distintas que se originen en función del entrevistado), o una estrictamente normalizada (característica de la entrevista Piagetiana).

En este trabajo se probaron anticipadamente ambas posibilidades y se optó por la última. De esta manera, las entrevistas se planificaron con situaciones y preguntas preestablecidas.

La estructuración de las entrevistas se desarrolló con base en la propuesta de Novak y Gowin (1988):

- el tiempo no superó los 30 minutos recomendados
- se emplearon mapas conceptuales como punto de partida
- se seleccionaron estímulos visuales para mantener la atención y el interés del entrevistado.

Las entrevistas son, hasta ahora, el único recurso que ofrece la posibilidad de profundizar un poco más en el pensamiento del estudiante.

d) Pruebas de Legibilidad "cloze"

Ventajas

Además de ser altamente válido y confiable el procedimiento "cloze" goza de cierta popularidad por la facilidad de su construcción y economía (Morles, 1981). Las pruebas "cloze" permiten estimar simultáneamente el nivel de habilidad de lectura de los estudiantes y el nivel de dificultad de los materiales (Rodríguez Trujillo, 1980).

Elaboración

Las siguientes recomendaciones se basan en los resultados obtenidos por Rodríguez Trujillo (1980, 1982) y Morles (1981):

1° El intervalo de eliminación de cada quinta palabra es el más adecuado para el idioma español.

2° Se sugiere elaborar las pruebas basadas en trozos de 250 palabras. Esto aumenta la probabilidad de que se compensen los tipos de palabras eliminadas.

3° Las palabras eliminadas deben sustituirse por espacios de tamaño uniforme.

A partir de estas recomendaciones se puede obtener una prueba de dificultad promedio, útil para evaluar tanto al lector como al material escrito.

Limitaciones

Su aplicación no se recomienda para niveles inferiores al tercer grado de educación primaria, no funcionan correctamente para evaluar materiales relacionados con matemáticas, tienen apariencia de un ejercicio de adivinación, más que de una prueba (Morles, 1981; Rodríguez, 1983b).

Interpretación

Desde 1953, cuando Taylor formuló por primera vez el procedimiento, muchas investigaciones se han encaminado para tratar de encontrar una estructura de referencia para los registros de la prueba.

En 1967 Bormuth proporcionó la referencia para juzgar los registros particulares. Comparó los registros de "cloze" con preguntas de opción múltiple y sus resultados le llevaron a proponer el *nivel instruccional mínimo* de un libro, cuando el alumno cuenta con la ayuda de un profesor.

Cuando el registro del porcentaje promedio cae debajo del nivel instruccional, que está colocado en el 44%, el material escrito es considerado difícil (*nivel de frustración*).

Los registros superiores a 57% se han propuesto como indicadores de un *nivel independiente* de legibilidad, esto es, que los lectores pueden obtener suficiente información sin asistencia.

Si el porcentaje de rendimiento se localiza entre el máximo (57%) y el mínimo (44%), se considera que el lector obtiene suficiente información, siempre que esté bajo la supervisión de un tutor o profesor.

Debido a que los criterios establecidos por Bormuth no han sido validados para el idioma español Morles (1981), propuso una manera de interpretar los resultados. A continuación se presenta la propuesta detalladamente, pues posteriormente se usará como referente en uno de los puntos del capítulo final de este trabajo.

1° Se establece el nivel mínimo de comprensión que se desea que los alumnos obtengan (pueden determinarse de acuerdo a los criterios empleados por Bormuth, que se explicaron arriba).

Por ejemplo, si se desea que el material sea empleado sin apoyo docente para la lectura, el nivel de comprensión mínimo deberá ser de 58%.

2° Ya que se aplicaron y corrigieron las pruebas, se determina qué porcentaje de alumnos obtuvo 58% o más, éste resultado indicará el nivel de comprensibilidad del material.

Corrección

Por economía y confiabilidad, se ha propuesto que en las pruebas "cloze" se dé crédito únicamente a las palabras exactas originales que el alumno escriba en los espacios correspondientes. Sin embargo en este trabajo se tomaron en cuenta también los sinónimos empleados convenientemente (en el último capítulo se proporcionan los detalles).

Preparación de las pruebas

La preparación de las pruebas requirió de dos fases de elaboración: la selección de los pasajes y el diseño de los formatos.

El tema "Evolución biológica" se desarrolla en cuatro páginas del libro. Los pasajes se seleccionaron en las tres primeras páginas. Posteriormente se procedió a la eliminación de palabras.

La idea original era consistente con las recomendaciones de Morles (1981) y Rodríguez Trujillo (1983). Ellos sugieren eliminar sistemáticamente cada 5ª palabra. Sin embargo esto no fue posible, pues al intentar este primer patrón de eliminación uniforme y sistemático, el número de palabras "funcionales" eliminadas (artículos, preposiciones, verbos copulativos y auxiliares, y conjunciones), sobrepasaba en gran número la cantidad de palabras llamadas "de contenido" (verbos no copulativos, sustantivos, adjetivos, y adverbios compuestos). Lo mismo ocurría con otros patrones de eliminación, por lo cual se procedió a hacer un ajuste a la propuesta original.

De acuerdo con Rodríguez Trujillo (1983), los intervalos de eliminación 4º, 5º, 6º, 7º, 8º y 9º sólo tienen efecto en el costo y la preferencia de los sujetos. Por lo tanto se puede considerar válido cualquiera de esos patrones de supresión, razón por la cual se optó por mantener la propuesta original de eliminar cada quinta palabra siempre que fuera posible. Esto es, cuando la quinta palabra coincidía con un artículo, una preposición o un pronombre, se pasaba la siguiente, hasta suprimir una palabra "de contenido".

A continuación se presenta la lista de palabras eliminadas.

PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
lucha	ciencia	proceso
ambiente	pruebas	ambiente
tamaño	evolución	adaptados
órganos	selección	adaptan
ley	evolución	acumulado
uso	viajó	evolución
heredaron	transcurso	vivos
generaciones	variedad	antepasados
basó	América	existieron

caracteres	islas	darwin
adaptarse	vegetales	modificado
organismos	apropiarse	descubrimiento
partes	algunos	teoría
no	probable	sinéctica
debieron	variaciones	teoría
importantes	reproduzcan	selección
debilitarse	característica	sabe
adquiridos	velero	poblaciones
descendientes	tiempo	pruebas
Lamarck	muestras	teoría
jirafas	plantas	natural
tiempo	evolución	evolución
cortos	selección	adquiridos
comer	selección	descartada
cambiar	teoría	evolución
competencia	produce	selección
pasto	actualidad	poblaciones
cuello	ataca	aislados
alargaron	plantas	apareciendo
alcanzar	genéticas	adaptando
jirafa	enfermedad	medio
Lamarck	reproducirse	establecida
individuo	resistencia	tres
transmitirse	supervivencia	campos
evolución	pasa	estadounidense
teoría	población	genética
hereditaria	Darwin	heredan
adaptación	evolución	selección
medio		
inaceptable		
genéticas		
adquiridos		

Los pasajes seleccionados contienen 269, 276 y 254 palabras. En el primer pasaje se eliminaron 42 palabras, mientras que en el segundo y en el tercer pasaje se suprimieron 38 palabras, que corresponden aproximadamente al 17% del total. En el Anexo 4 se presentan las 3 pruebas obtenidas.

5.3 Pruebas de ensayo

Con el fin de probar las técnicas e instrumentos desarrollados se realizaron "pruebas piloto" antes de su aplicación.

Al principio se elaboraron cuestionarios basados en el contenido de la unidad "Evolución" del libro de texto de sexto grado de enseñanza básica.

El primer cuestionario que se diseñó contenía 11 preguntas. Éste se aplicó de manera individual a algunos alumnos recién egresados de sexto año, así se pudo determinar el tiempo que necesitaba el niño para contestar.

De 10 alumnos a los que se les proporcionó el cuestionario, sólo 3 contestaron todo -a 2 de ellos les llevó casi 2 horas-, los demás se negaron a participar. Entonces se optó por reducir el número de preguntas a 7 y se aplicó a un grupo de 35 alumnos.

Los resultados de la aplicación de esta prueba señalaron, por un lado, la necesidad de diseñar un cuestionario más breve.

Por otra parte, se requería reformular las preguntas a fin de hacerlas más precisas.

También pudo observarse que el contenido de varias preguntas ejerció una fuerte influencia en las respuestas de varios alumnos, que contestaron con los mismos ejemplos que se les indicaron.

Esto ocurrió en la pregunta número 1, que decía: Estamos rodeados de materia viva (que decimos tiene vida) como los árboles y los animales, y de materia no viva como las rocas y el agua. A partir de ésto ¿Cómo definirías lo que es vida?

15 alumnos contestaron que la vida eran las plantas y los animales (9) o "la naturaleza que nos rodea" (6).

Algunos la definieron utilizando adjetivos como "algo maravilloso", "algo muy bonito" y cosas semejantes (6), 5 la relacionaron con el movimiento. Otros dieron respuestas muy diferentes a las anteriores (5) y 4 anotaron que no sabían.

A la pregunta ¿Cómo crees tú que se originó la vida? la mayoría respondieron que la vida se originó por medio de otros seres vivos (13); 7 no contestaron o dijeron que no sabían; 6 anotaron que por medio del hombre; 3 que por medio de Dios y 6 dieron otro tipo de respuestas.

La pregunta 3 ¿qué entiendes por evolución? fue definida en términos de desarrollo, mejoría, avance o modernidad (11). Para 7 representa el cambio, 5 consideran que se generó a partir del hombre, 7 proporcionaron respuestas diversas y 5 no contestaron.

Los alumnos que participaron en esta prueba de ensayo consideran que los primeros seres vivos fueron marinos (19), 11 opinan que fueron terrestres, 2 no contestaron, 2 anotaron que sí y 1 que eran extraterrestres.

En la pregunta sobre si los primeros organismos eran vertebrados o invertebrados, 19 contestaron que vertebrados y 15 que invertebrados, 1 escribió que "de los dos".

En las respuestas que se registraron para la pregunta 6 se supone una fuerte influencia de la información obtenida fuera de la escuela (específicamente de la televisión), pues 22 alumnos contestaron que ya existía el hombre en la era de los dinosaurios, mientras que 13 anotaron que no.

Con la última pregunta del cuestionario se trataba de averiguar si los estudiantes conocían las 5 clases principales de vertebrados.

Hay 5 grupos principales de vertebrados: los peces, los _____, las _____, los _____ y los mamíferos.

Sólo 2 alumnos llenaron correctamente los espacios en blanco, 17 anotaron otros ejemplos de vertebrados (mamíferos o aves, quizás porque son los que más tienen a la vista), 2 concedieron el rango de clase a los dinosaurios y los anotaron en lugar de los anfibios y 2 mencionaron ejemplos de invertebrados.

Dado que este tipo de cuestionario no funcionó como se esperaba, se buscó otra estrategia más atractiva que permitiera explorar lo que los alumnos sabían.

Conocimientos previos

La alternativa para evaluar los conocimientos antecedentes en esta primera parte fue el empleo de una técnica sencilla.

a) La asociación de palabras

Antes de la aplicación, se proporcionaron a los alumnos las instrucciones prácticas y se realizaron algunos ejercicios. A partir de éstos se encontró que la idea de utilizar como estímulo la palabra "rey" (como se sugiere en el ejercicio de ejemplo), no era lo más conveniente por las siguientes razones:

Cuando se escribió en el pizarrón la palabra y se solicitó a los alumnos que pasaran a escribir todas las palabras que el término "rey" trajera a su mente, se apreció un abuso en el empleo de adjetivos tales como: feo/ bueno/ malo/ guapo/ rubio/ panzón/ narizón, etcétera.

Posteriormente, al pedirles que eligiera un término propio del vocabulario empleado en la clase de biología, prevaleció de nuevo el empleo de adjetivos. La mayor parte de los participantes asociaron calificativos a la palabra "célula" y anotaron: grande/ pequeña/ bonita/ maravillosa/..., muy pocos se refirieron a las características que la denotan como concepto biológico.

Debido a esto en los siguientes dos grupos se evitó utilizar la palabra rey y se inició con ejemplos de palabras con significado biológico, que los propios alumnos propusieron. También se

les indicó que sólo se permitía el empleo de adjetivos pertinentes y que se descartarían aquellos que no lo fueran (como por ejemplo "la célula es bonita").

En un grupo eligieron la palabra "virus". Las asociaciones para esta palabra fueron: enfermedad/ viruela/ contagioso/ peligroso/ gripa/ necesita de una célula para reproducirse/...

En el otro grupo la palabra clave fue "microscopio" y se asoció con: sistema luminoso/ ocular/ negro/ electrónico/ portaobjetos/ óptico/...

Los ejemplos seleccionados por los alumnos son un mejor recurso para prepararlos antes de la aplicación de la prueba.

b) Los mapas conceptuales

El entrenamiento previo a la construcción de mapas consistió en elaborar un mapa grupalmente con alguna de las palabras usadas en la asociación. En los tres grupos se trabajó con la palabra microscopio.

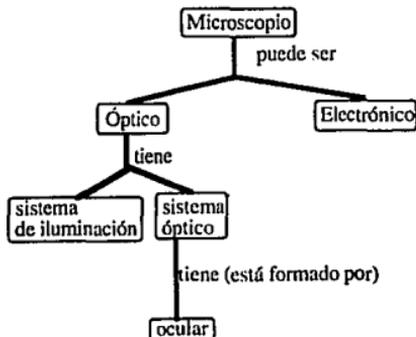
1° Se escribió en el pizarrón una lista de palabras ordenadas al azar: sistema óptico, electrónico, ocular, sistema de iluminación, microscopio.

2° Se pidió que pensarán cuál de todas las palabras sería la más general (la que pudiera contener a las demás). Algunos indicaron que la palabra "microscopio", entonces se explicó por qué ésa era la palabra correcta.

3° Se escribió la palabra en la parte superior del pizarrón y entonces se solicitó que se fueran anotando las otras palabras jerárquicamente.

4° Se hizo hincapié en la importancia de anotar las palabras de enlace, para definir la relación entre los conceptos anotados.

El mapa construido grupalmente quedó así:



Posteriormente se anotó otra lista de palabras en desorden: animal, clasificación, aves, vegetal, reptiles y coníferas. Se solicitó la construcción individual de un mapa. Así se pudo detectar quién no había entendido y qué tipos de dudas habían surgido. Algunos realizaron el ejercicio correctamente, pero la mayoría necesitaron practicar más.

c) Las entrevistas

Se realizaron 6 entrevistas de prueba. Con base en las observaciones derivadas de éstas se definió el plan a seguir.

- Los alumnos se cohibieron ante la evidencia de la grabadora a tal grado que dirigían su cara hacia otro lado, o bajaban tanto el tono de su voz que era imposible transcribir sus impresiones. Por tal motivo se optó por no grabar las entrevistas y sólo se escribió lo que el alumno comentaba.

- El tiempo requerido para la entrevista se mantuvo entre los 15 y los 30 minutos.

- En las primeras 3 entrevistas no se emplearon estímulos visuales, únicamente se apoyaron en las respuestas proporcionadas en las pruebas de asociación de palabras y los mapas conceptuales. Sin embargo, se pudo observar que los alumnos perdían con gran facilidad la atención y que era difícil preguntarles sin influir en sus respuestas. Por esto se decidió emplear las ilustraciones que se presentan en el Anexo 4. Es necesario aclarar que no se empleó un criterio definido para su selección, pero en ellas se representan los eventos sugeridos por los términos seleccionados.

d) La prueba de legibilidad "cloze"

Se explicó en que consistían las pruebas y se dieron las instrucciones generales para resolverlas.

Posteriormente se aplicó una prueba "cloze" de legibilidad, elaborada a partir de la información contenida en el capítulo 13 "Evolución" del libro de texto de sexto año de primaria. La prueba de ensayo fue resuelta satisfactoriamente por la mayor parte de los participantes. Además muchos obtuvieron porcentajes altos, que indicaron que el material de lectura correspondía a las habilidades de los lectores.

5.4 El desarrollo del tema en clase

Puesto que el interés del presente estudio se proyecta hacia las características del texto empleado, se determinó que el tema se desarrollara exclusivamente con la información proporcionada por el libro de texto. Con esto se quiso evitar la influencia del profesor como una variable más en el tratamiento del tema.

Durante 4 sesiones se procedió de la siguiente manera:

1° Se pedía a los alumnos que leyeran en silencio el contenido de la página correspondiente a un subtema.

2° Después se les indicaba que hicieran una segunda lectura en la cual subrayaran las palabras cuyo significado desconocieran y que las anotaran en una hoja que entregarían al final.

3° Posteriormente se realizaba la lectura en voz alta. Para ésto cada alumno leía una oración (identificada por un punto y aparte o seguido).

4° Finalmente (en la misma hoja en donde se habían anotado las palabras desconocidas) se les pedía a los estudiantes que anotaran lo que recordaran acerca de lo que acababan de leer (evocación de lectura).

5.5 Aplicación

La parte empírica de este estudio se desarrolló en tres etapas. Cada una correspondió a los objetivos propuestos.

1. Los conocimientos previos

El propósito fundamental en esta etapa consistió en determinar el nivel de conocimientos previos relativos a las palabras: *fósil, evolución, reproducción, sobrevivencia, extinción y adaptación*. Estos términos se eligieron debido a que son los que más se emplean, definen y ejemplifican en el libro de texto gratuito de sexto año de primaria.

Los instrumentos empleados en la primera etapa fueron tres, por lo que se establecieron 3 fases de aplicación:

- Asociación de palabras
- Construcción de mapas conceptuales
- Entrevistas individuales apoyadas en estímulos visuales

Asociación de palabras

Se entregó a cada alumno una prueba elaborada a partir de la propuesta de Zakaluk y Samuels (1986). Las instrucciones se anotaron en la parte superior de la hoja y se escribieron las 6 palabras elegidas como estímulos. Éstas se repitieron 10 veces en forma de lista, con una línea continua enfrente de cada una.

El día de la aplicación se pidió a los alumnos que leyeran en silencio las instrucciones. Posteriormente el aplicador leyó en voz alta y repitió la explicación que se había proporcionado en los ejercicios de ensayo. Se recordó a los alumnos que disponían de 3 minutos para establecer todas las asociaciones posibles para cada palabra. El aplicador indicaba el momento en el que los participantes debían pasar a la siguiente palabra. En total los alumnos emplearon 18 minutos para las asociaciones.

Mapas conceptuales

En la segunda fase se pidió a los alumnos que construyeran un mapa conceptual. Se les proporcionó una hoja con las lista de conceptos ordenados al azar, que correspondían a las palabras que se usaron en la asociación de palabras.

Entrevistas

Para la exploración de conocimientos previos en la primera etapa, se realizaron 30 entrevistas individuales. La elección se hizo a partir de los resultados obtenidos en las pruebas de asociación y los mapas conceptuales.

No hubo un criterio especial para la selección de los alumnos entrevistados, sólo se escogieron 10 nombres en cada lista de los 3 grupos.

Se realizaron 6 entrevistas por día. Cuando el alumno llegaba al lugar de la entrevista, encontraba en la mesa una serie de ilustraciones alusivas a los 6 conceptos con los que habían trabajado anteriormente.

Los primeros seis participantes tuvieron problemas para realizar la descripción de las ilustraciones (a pesar de que se les indicaba que éstas representaban los conceptos con los que ya habían trabajado). Debido a esto en las siguientes entrevistas se emplearon "etiquetas" con las palabras: *fósil, evolución, reproducción, sobrevivencia, extinción y adaptación* y se les pedía a los estudiantes que las hicieran coincidir con la ilustración correspondiente. Después se les preguntaba ¿qué me puedes decir acerca de cada ilustración?

Al final se les preguntaba si pensaban que existía alguna relación entre los conceptos presentados. Si contestaban afirmativamente se les pedía que indicaran cuáles y por qué se relacionaban.

2. Los conocimientos después de estudiar el tema en el libro de texto

El objetivo en esta etapa consistió en detectar si había cambios significativos en cuanto a los conocimientos del alumno con respecto a los resultados obtenidos en la primera etapa, después del tratamiento del tema en clase. Con este fin se aplicaron por segunda vez las pruebas de asociación de palabras y se solicitó la construcción de otro mapa.

Debido a que la palabra *fósil* no se empleaba en los pasajes elegidos para las pruebas de legibilidad y era causa de confusión durante la construcción de los mapas, se decidió suprimirla en la segunda etapa de aplicación.

3. La legibilidad

En la última etapa los propósitos fueron: determinar la legibilidad del texto y establecer las habilidades de lectura de los estudiantes. Para lograrlo se aplicaron las pruebas de legibilidad "cloze".

Las pruebas de legibilidad se aplicaron en 2 sesiones. En la primera se explicaron nuevamente las instrucciones y se resolvió una prueba.

En la segunda sesión los alumnos resolvieron las pruebas de los dos pasajes restantes.

CAPÍTULO VI RESULTADOS

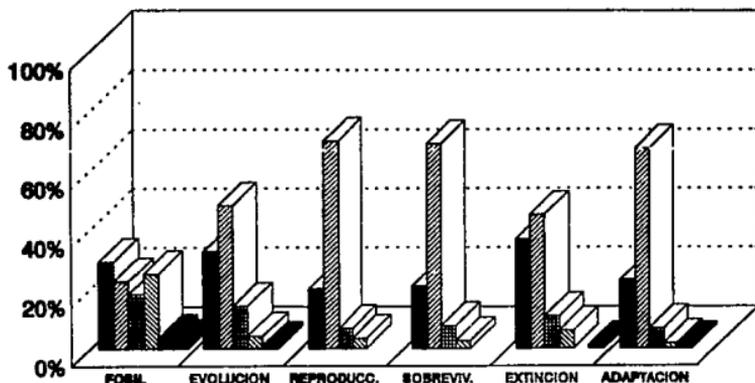
6.1 ANÁLISIS

Primera etapa

a) Asociación de palabras

Los resultados obtenidos en la prueba de asociación de palabras en la primera etapa de aplicación se presentan en la gráfica I.

**Gráfica I. Asociación de palabras
1ª etapa**



Clave de Registro

- 0 a 2 Bajo conocimiento previo
- 3 a 6 Conocimiento previo promedio
- 7 ó más Alto conocimiento previo



Registros

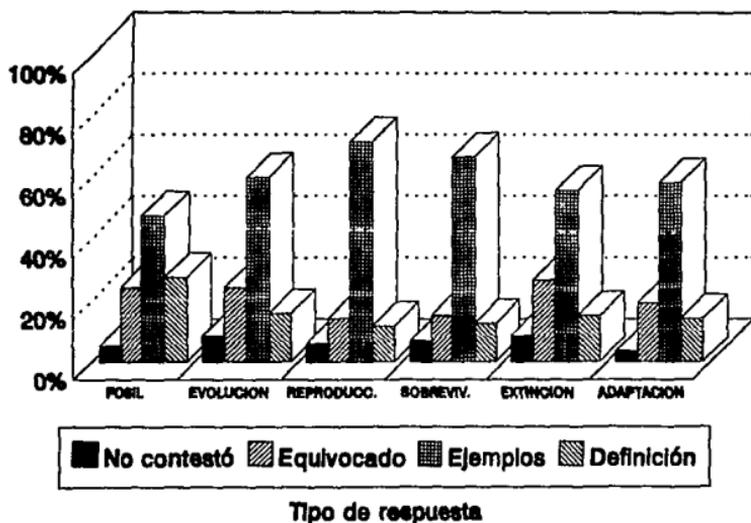
Los porcentajes de desempeño global (registros 0 a 2) para cada concepto fueron: 70% para fósil; sobrevivencia 72.9%; extinción 92.5%; evolución 95%; reproducción y adaptación 97.5%.

Esto significa que la mayoría de los participantes poseen un nivel bajo de conocimientos acerca de las palabras investigadas.

Los resultados del análisis cualitativo de las pruebas se pueden apreciar en la gráfica II.

El análisis reveló una mayor tendencia a contestar equivocadamente (21%), que a no contestar (6%).

**Gráfica II. Asociación de palabras
1ª etapa**



En promedio, la cuarta parte de la población confunde los términos o los desconocen.

La mayoría intentó contestar con palabras que presentan semejanza visual o auditiva. Por ejemplo, la palabra FÓSIL es confundida con foso, fusible, combustible, frágil, fácil y fusil.

FOSO

- "es un hoyo en el piso";
- "pozo, una rajadura";
- "a donde echan a los muertos, donde hacen un hoyo para echar un muertito"
- "puede ser un pozo"
- "es un hoyo para un animal, por ejemplo un dinosaurio"
- "algo donde se entierra algo o alguien"
- "fosa"
- "es una especie de tumba, viene de Egipto la palabra fósil, sirve para guardar los cuerpos de los muertos"
- "donde incineran a los cuerpos humanos que ya están muertos"

FUSIBLE

- "tlapalería, tiendas, cuando se revisa la luz se pone un fósil"
- "se pone uno en la luz, ponerlo en tu casa"

COMBUSTIBLE

- "el fósil alumbrá, contiene gasolina"

FRÁGIL

- "débil"

FÁCIL

- "esa cosa es muy fósil"

FUSIL

- "es un arma"

Algunos relacionan la palabra *fósil* con la muerte, empleando términos como: "muerto, cadáver, mal olor, calavera, tumba, cruz, hoyo, tristeza", "un día fuimos al panteón y encontramos uno, es una cosa de un ser humano", pero sin tener una idea clara de lo que es. Otros lo asocian con objetos de épocas pasadas "un castillo viejo, un papel muy viejo"; "un mapa muy viejo"; "un mapa antiguo, un papel, como un papiro, es un papel donde vienen cosas importantes".

El término **EVOLUCIÓN** es confundido con revolución, erupción, devolución, evaluación.

REVOLUCIÓN

- "de mexicanos"

- "de las armas"
- "es una guerra"
- "es una calle"

ERUPCIÓN

- "podría ser la evolución de un volcán"
- "de lava"
- "el volcán va a evolucionar"
- "cuando la tierra hace un temblor, cuando surge un terremoto"

DEVOLUCIÓN

- "es devolver algo que tu das"
- "cuando compras algo y no sirve se devuelve a la tienda"

EVALUACIÓN

- "de prueba";
- "de ejercicio";
- "de calificación".

La palabra REPRODUCCIÓN fue usada la mayoría de las veces en un contexto cotidiano:

- "reproducir algún material o alimento"
- "es cuando reproducen una película, es cuando reproducen algo como en la tele"
- "como reproducir ciertos experimentos"
- "falsa de una película"
- "de libros, revistas y cassettes"
- "de zapatos, de ropa, de lápices"

También es confundida con reencarnación, reposición y devolución.

REENCARNACIÓN

- "si se muere un hombre se reproduce en cuerpo de animal"

REPOSICIÓN

- "cuando reparas algo, cuando llega la mercancía, cuando se roba algo de la tienda y se repara"

El término se asoció muy frecuentemente con el crecimiento

- "es cuando crece algo"
- "un retrato, algo en que se habla como crecemos"

- "que come muchas vitaminas, que crece más rápido, que su cambio de cuerpo es más desarrollado"
- "que va creciendo, va cambiando de parecer, va desarrollándose"
- "crecer"

Algunos lo asociaron quizá con sus propias experiencias sexuales

- "es cuando te preocupas, cuando uno se pone nervioso, cuando estamos en peligro"
- "es un mal, es un bien para todos"

SOBREVIVENCIA es confundida con revivir y convivencia

REVIVIR

- "revivir, volver a nacer"
- "avivar a alguien"
- "cuando algo o alguien está muerto y revive"
- "es bonito revivir"
- "cuando alguna persona revive, quiere decir que vuelve a nacer o recrearse"

CONVIVENCIA

- "jugar con otros niños, lugar, corre, escuincle"
- "no matar animales, no echar basura, no contaminar"
- "sirve para gozar la vida"

Otros asociaron la palabra con

- "evidencia, conveniencia"
- "que vivió una historia"
- "cuando muere, cuando lo dejan morir"
- "película (Los sobrevivientes de los Andes), fotografía"
- "una película que ví"

EXTINCIÓN fue una de las palabras más confundidas. En la mayoría de los casos se asoció con extender, con el cable que se usa para conectar los aparatos eléctricos o con la extinción del fuego.

- "cuando algo se hace más grande"
- "larga, corta, de luz"
- "de una raíz de un árbol, espontánea"
- "es cuando una plaga u otra cosa se empieza a extender por todo el país o lugar en donde se reproduce"
- "para la tele, para el radio, para la lavadora, para el refri, foco"

- "extendida"
- "grande"
- "que son muchos"
- "cable grande, existencia"
- "en la calle hay extinción de hormigas"
- "alambre chico, grande o mediano"
- "mucho, varios, agrandar, multiplicar"
- "es algo que extendemos, es un material de la luz, es aparato, lo que se utiliza en la casa"
- "las extensiones son grandes, está rota, no alcanza, el niño se cayó con la extinción"
- "un cable, una extinción para foco, la extinción del drenaje"
- "esparcirse, regarse"
- "la liga, el alambre, ese título, esa casa"
- "es muy larga"

También se confunde el término con explosión, extinguidor y distinción

EXPLOSIÓN

- "de gases, de bombas, de ácido"

EXTINGUIDOR

- "es una palabra que he visto en tlápaleras, en los transportes, en letreros de tiendas y que quiere decir que cuando algo se prendió en llamas o en fuego se puede ocupar eso, es como un tubo rojo con una manguera chiquita"
- "fuga, extinguidor"
- "una cosa para apagar el fuego, una cosa que hay en el hospital"
- "un aparato, extinguir a una persona"
- "para apagar el fuego en caso de emergencia, manguera que echa agua"
- "el fuego, para apagar el fuego"

DISTINCIÓN

- "que no es la misma cosa, cosas diferentes"

EXTINCIÓN DEL FUEGO

- "del fuego, del aire"
- "de extinguir fuego"
- "cuando apagas fuego"

Hubo quien solo escribió "una palabra que muy pocos conocemos". También hay quien no tiene idea del significado (ni en cuanto al uso común) "vender por separado, por decir, muchas ofertas".

La palabra ADAPTACIÓN fue asociada la mayoría de las veces en su acepción común:

- "conectar, poder hacer"
- "para un estéreo, chica, grande, regular"
- "yo adapté un eliminador a un radio, mi papá adaptó una serie de focos en mi casa"
- "de cables, de alambres"
- "cuando algo o alguien se junta a algo"
- "de adaptar algo, de un fusible, de un estéreo, de una televisión, de una grabadora, de un teléfono, un radio, un cable con otro"
- "de la computadora"
- "una televisión con la video"
- "adaptar un cable"
- "adaptar la televisión, el radio, la televisión con la video"
- "adaptar pedazos"

ADOPCIÓN

- "adaptar a un niño, "alvertencia", adopción"
- "cuando "adactamos" niños, la señora "adactó un niño"
- "la señora adaptó un niño, el niño adaptó un perro"
- "es de adaptar al enfermo, al "agüelo", al invitado"
- "de niños, un albergue para niños huérfanos, niños sin padres"
- "es cuando una pareja adapta a un niño"
- "cuando quieren que adaptes algo"
- "sirve para adaptar más mejor las cosas"
- "alguien adapta una personalidad"
- "adaptar a un niño, adaptar sus atenciones"

TRANSFUSIÓN

- "cuando un hombre da la sangre a una mujer, es cuando es picado por un alacrán"

Algunos desconocen totalmente el significado de la palabra pues no la asociaron tampoco con su uso común

- "enterarse de las noticias"
- "es muy ordenada"
- "no fue a la prueba, se clausuró"
- "es donde una persona adapte lo que le dicen, donde alguien se acuerde de lo que le comentaron, también que recuerde lo que vió"

Por otra parte, se detectó que aproximadamente el 60% de la población asocia las palabras únicamente con *ejemplos*, casi siempre *indiferenciados*. La mayoría intercalaba seres vivos, seres vivos o manera de pensar. Por ejemplo, en el caso de la palabra *evolución* anotaron "del hombre, de las plantas, del vestido, de los coches, del pensamiento, de las ideas".

Para el término *reproducción* escribieron "de las plantas, de un disco, de una película, de un hombre y una mujer, reproducir un cuento o escrito".

En la palabra *sobrevivencia* escribieron "de animales, de plantas, del hombre, de la palabra, de las cosas, de las acciones".

La palabra *extinción* es ejemplificada como "imán-ferro, de una planta con su medio, para un estéreo, del hombre a su forma de vida, adaptarse a la escuela y a los amigos".

En cuanto a la *definición* de los términos el porcentaje más alto se registró en la palabra fósil. También fue esta la palabra a cuyo significado preciso se acercaron más alumnos, proporcionaron ejemplos adecuados y ubicaron correctamente en tiempo y lugar. Para las palabras restantes se obtuvieron porcentajes inferiores a 15. En estos casos únicamente 1 ó 2 alumnos proporcionaron las definiciones correctas, pero sólo en su significado común. No hubo alumnos que definieran con precisión las palabras *evolución*, *reproducción*, *adaptación*, *sobrevivencia* y *extinción* desde la perspectiva biológica.

b) Mapas conceptuales

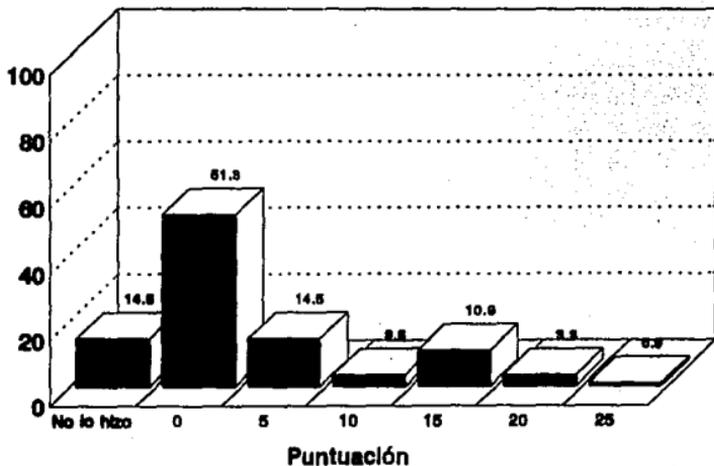
Los puntajes obtenidos en la fase de aplicación correspondiente a la construcción de mapas se presentan en la gráfica III.

Puede observarse que aproximadamente el 52% obtuvo una puntuación de 0 en el mapa. Los puntajes de cero se asignaron a los alumnos que presentaron linealmente los conceptos y que no anotaron las palabras de enlace.

El 14.5% obtuvo un puntaje de 5. En estos casos los estudiantes colocaron el concepto de "evolución" en el sitio de mayor jerarquía, pero no definieron las relaciones con las palabras de enlace. Los pocos que lo hicieron describían cosas como "adaptación es evolución, es extinción, es reproducción, es sobrevivencia".

El 3.5% obtuvieron puntajes de 10, el 10.9% de 15. Los porcentajes obtenidos para 17, 20 y 25 puntos fueron escasos y no hubo puntajes más altos.

**Gráfica III. Mapas conceptuales
1ª etapa**



c) Entrevistas

Las entrevistas se confrontaron con las respuestas que los alumnos habían proporcionado previamente en la prueba de asociación de palabras y las relaciones que habían establecido en los mapas conceptuales. Con base en lo anterior se pudieron evidenciar las siguientes situaciones:

Confirmación de las respuestas

En 24 de los casos presentados (80%) se corroboraron los resultados obtenidos en la asociación de palabras. En los 6 casos restantes se observó que las ilustraciones facilitaron la explicitación del conocimiento biológico.

Confusión conceptual

Los estudiantes que en la prueba de asociación habían confundido algunos términos confirmaron esta confusión. Por ejemplo, algunos (10%) señalaron la ilustración correspondiente a la reproducción y afirmaron "aquí se están extinguiendo, o sea, se están haciendo más"; "las aves ponen huevos para extinguirse, para ser más"; "las mariposas son más, se están extinguiendo".

Ideas alternativas

En el caso de la ilustración de la evolución del hombre, varios de los entrevistados sostienen la idea de que el hombre procede directamente del mono, pues afirmaron que "antes el hombre era un mono", "el simio se transformó en hombre", "el mono se hizo como persona", etcétera.

Exposición de las ideas de manera fragmentaria

Los alumnos entrevistados no pudieron manejar integralmente sus ideas acerca de los conceptos seleccionados. Tampoco fueron capaces de establecer relaciones pertinentes entre los eventos representados. La mayoría propusieron relaciones, pero las explicaciones proporcionadas no eran claras.

Entrevista 1

"Sobrevivencia y adaptación. Evolución con fósil, ya ninguno existe. Extinción y reproducción, no sé por qué"

Entrevista 2

"Matan para sobrevivir las tortugas y los mapaches. Adaptación, dinosaurio y hombres, existieron de otra forma"

Entrevista 3

"Reproducción con sobrevivencia porque para sobrevivir se van reproduciendo para que sus crías puedan sobrevivir. Reproducción con extinción. Las crías se van haciendo más [confunde el significado de extinción]. Fósil con evolución"

Entrevista 4

"Primero el hombre, fue el primero que apareció en la tierra en forma de un mono. La tierra, luego el mar, los cocodrilos. Evolución y sobrevivencia a veces puede sobrevivir a veces no, no puede encontrar fácil su presa. Reproducción y sobrevivencia, porque se reproduce y ya hay menos con la extinción"

Entrevista 5

"No se puede relacionar ninguna"

Entrevista 6

"Adaptación con extinción. Reproducción con evolución, porque conforme se va reproduciendo va a evolucionar"

Entrevista 7

"Evolución con sobrevivencia por el cambio en la evolución. Sobrevivencia-reproducción-población, cada vez somos más"

Entrevista 8

"Extinción-fósil porque todos los fósiles se han extinguido. Evolución-adaptación, conforme evolucionó el hombre se fue adaptando al medio. Sobrevivencia con reproducción, porque si son más pueden sobrevivir mejor. Sobrevivir para reproducirse"

Entrevista 9

"Extinción tiene que ver con reproducción. Sobrevivencia con extinción o con reproducción. Evolución-reproducción, porque el hombre con la reproducción ha ido evolucionando. Adaptación con extinción o con sobrevivencia porque ahí los animales también pelean por comida o se extinguen por otras razones"

Entrevista 10

"Reproducción con sobrevivencia, porque éstos se reproducen y éstos sobreviven. Adaptación-evolución, éstos se adaptan a cualquier lugar y en la evolución va evolucionando el hombre y los animales"

Entrevista 11

"Todas se relacionan con la evolución, después la adaptación, sobreviven y se pueden reproducir o bien pueden desaparecer, o sea que se pueden extinguir"

Entrevista 12

"No hay relaciones"

Entrevista 13

"Evolución-extinción. Supervivencia-reproducción, si puede sobrevivir puede reproducirse y crear más especie y los que nazcan tienen que adaptarse a su medio"

Entrevista 14

"Primero se reproduce, después crece y evoluciona, se busca sus propios alimentos, sobrevive y se adapta. Al final viene la extinción, porque pueden matar más fácil a un animal grande que a uno que se va reproduciendo"

Entrevista 15

"Primero la evolución porque van evolucionando las especies. Después la sobrevivencia para poder vivir. Después de sobrevivir se adaptan y luego se reproducen. Al final la extinción, los matan y no pueden seguir viviendo"

Entrevista 16

"Para sobrevivir tienen que adaptarse a un mundo. Después se reproducen y sobre el tiempo van evolucionando. Después las especies se van muriendo y se están extinguiendo, se mueren y van dejando fósiles"

Entrevista 17

"Van a evolucionar, luego se adaptan a su medio de vida, se pueden reproducir y sobreviven y al final puede ser que se extingan porque no se adaptan o el hombre los mata"

Entrevista 18

"Reproducción-sobrevivencia Evolución con extinción"

Entrevista 19

"Adaptación y reproducción. Reproduce y adapta. Fósil y evolución"

Entrevista 20

"Dinosaurio-caracol-pescado-playa-pato-hipopótamo"

Entrevista 21

"No se relacionan"

Entrevista 22

"Primero se reproducen, después se adaptan a un medio de vida para poder sobrevivir. Después evolucionan y después se extinguen"

Entrevista 23

"Primero evolución porque primero se parece al mono, se está desarrollando poco a poco, al final ya se desarrolló. Sobrevivencia y adaptación porque nacen los bebés de las jirafas y poco a poco van creciendo. Reproducción no se puede relacionar. Sobrevivencia con evolución. Tortuga con evolución, porque.....no sé"

Entrevista 24

"La evolución se relaciona con la extinción porque antes había muchos y ahora no, porque han ido cambiando. Sobrevivencia con adaptación. Ya están acostumbrados a una forma de vida y si los llevamos a otro lugar se defenderán"

Entrevista 25

"Reproducción con sobrevivencia, primero se reproducen y las crías tratan de sobrevivir. Reproducción-adaptación, adaptar por ejemplo adaptación al ambiente, convivir. Evolución"

Entrevista 26

"Adaptación con extinción. Reproducción con sobrevivencia porque si no comen se mueren"

Entrevista 27

"Lagartija con la garza por el ambiente"

Entrevista 28

"Extinción de animales. Sobrevivencia, cómo sobrevive en el bosque por rescatar sus alimentos para sobrevivir. Al final la era del hombre"

Entrevista 29

"No hay relación"

Entrevista 30

"Reproducción y sobrevivencia nada más"

Dentro de las relaciones que más se mencionaron estuvieron "sobrevivencia-reproducción". Este tipo de relación se mencionó en diez ocasiones (33.3%).

El 13.3 %, es decir, 4 entrevistados señalaron que no existía relación entre los eventos representados.

Otras de las relaciones que se indicaron, en un 10% de los casos fueron:

- evolución-adaptación
- adaptación-extinción
- sobrevivencia-adaptación
- evolución-fósil
- evolución-extinción
- reproducción-adaptación

Sólo 3 (10%) de los 30 entrevistados proporcionaron relaciones más coherentes:

"Para sobrevivir tiene que adaptarse a un mundo, después se reproducen y sobre el tiempo van evolucionando. Después las especies se van muriendo y se están extinguiendo, se mueren y van dejando fósiles".

"Van a evolucionar, luego se adaptan a su medio de vida, se pueden reproducir y sobreviven y al final puede ser que se extingan porque no se adaptan al medio o el hombre los mata".

"Todas se relacionan con la evolución, después la adaptación, sobreviven y se pueden reproducir o bien pueden desaparecer, o sea que se pueden extinguir"

En dos ocasiones los alumnos entrevistados establecieron relaciones entre los organismos que aparecían en las distintas ilustraciones. Por ejemplo "*dinosaurio-caracol-pescado-pato-playa*", "*lagartija con la garza por el ambiente*".

Segunda etapa

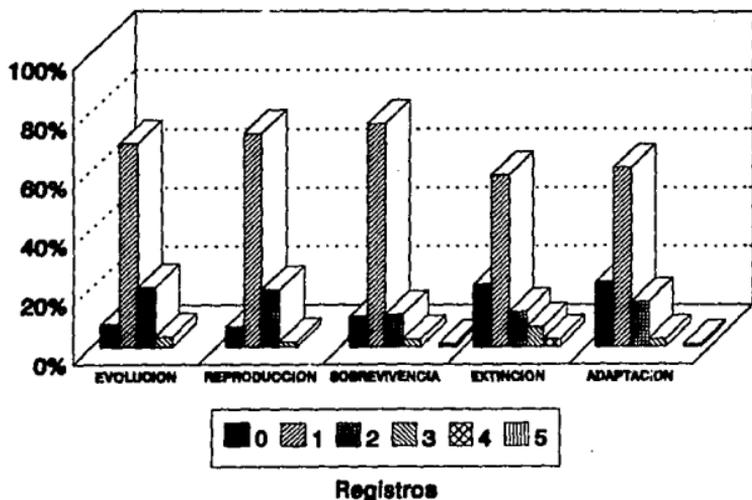
a) asociación de palabras

En la gráfica IV se presentan los registros obtenidos en la prueba de asociación de palabras.

El porcentaje global de registros de 0 a 2 fue de 98.2% y los porcentajes más altos se alcanzaron en los registros de 1. Es decir, que en relación a los términos presentados, el nivel de conocimientos de la mayoría de los participantes continuó bajo después de la lección presentada a través del libro de texto.

Por otra parte, el porcentaje global para los registros de 3 a 6 fue de 3.9. Esto indica que sólo una parte mínima de la muestra (5 alumnos) posee un conocimiento promedio de los términos presentados.

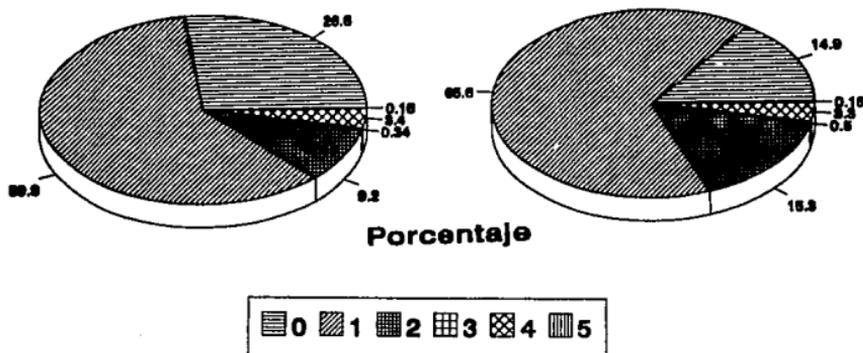
**Gráfica IV. Asociación de palabras
2ª etapa**



En la gráfica VI se resumen los registros totales que se obtuvieron en las dos etapas de aplicación.

Se observa claramente que la fracción de la muestra que obtuvo registros de 1 se mantuvo como la más alta en ambas etapas y que se incrementó durante la segunda.

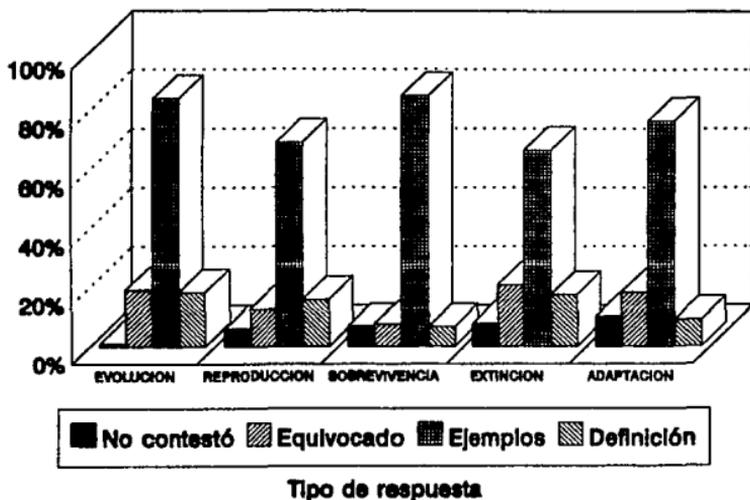
**Gráfica VI. Asociación de palabras
Registros
1ª y 2ª etapas**



El tipo de respuestas generadas en la segunda etapa se presentan en gráfica VII.

Nuevamente fueron más alumnos los que contestaron equivocado que aquellos que no lo hicieron. La palabra que más dejaron de contestar fue adaptación (10%). Extinción fue en la que más se equivocaron (28.8%). Sobrevivencia fue el término que más asociaron con ejemplos (85%). Mientras que evolución (18.3%) fue la palabra que más intentaron definir.

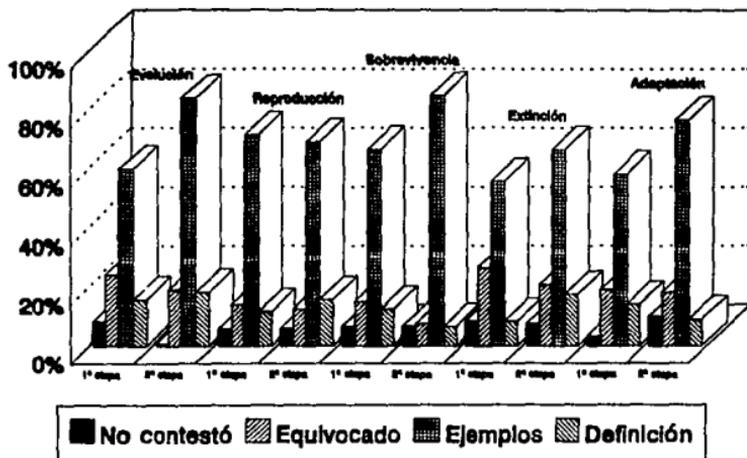
**Gráfica VII. Asociación de palabras
2ª etapa**



Los resultados obtenidos en la primera y segunda etapas se presentan en la gráfica VIII.

En general pudo apreciarse un ligero cambio, especialmente en cuanto al tipo de ejemplos proporcionados y a la definición de los términos. Aunque se notó la persistencia de algunas imprecisiones y confusiones que se habían manifestado antes.

Gráfica VIII. Asociación de palabras
Tipos de respuesta
1ª y 2ª etapa

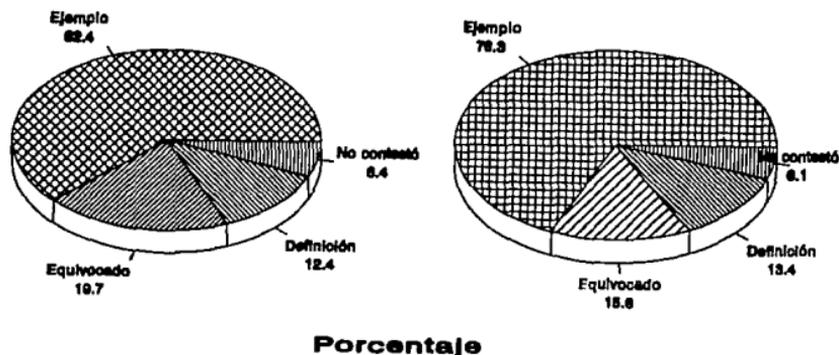


En la gráfica IX se presenta una comparación entre los porcentajes de los tipos de respuesta proporcionados en la primera y segunda etapas.

En cuanto a las respuestas equivocadas y no contestadas en general hubo un decremento, a excepción de lo que ocurrió con el término adaptación. En este caso el número de alumnos que no contestaron aumentó de 4 (3.3%) a 12 (10%).

Con respecto a las definiciones, en la primera etapa quince alumnos (12.5%) intentaron definir la palabra sobrevivencia. Mientras que en la segunda etapa sólo 8 (6.6%) lo hicieron. Algo semejante ocurrió con la palabra adaptación, que pasó de 14.1% a 9.1%.

Gráfica IX. Asociación de palabras Tipos de respuesta 1ª y 2ª etapas



A continuación se citan algunas de las asociaciones establecidas. En términos generales se incurrió en las mismas confusiones detectadas durante la primera etapa.

Por ejemplo, la palabra *evolución* se asoció con progreso, crecimiento y desarrollo, revolución, erupción y evaluación:

- "es una etapa que existe en una era"
- "que se evolucionan con otro ser vivo, animal o mamífero"
- "de trabajadores, enfermeras, albañiles, tortilleras, de maestros, taxistas"
- "se evolucionan sexualmente"

- “crecer, desarrollarse”
- “es un dinosaurio prehistórico, la huella de un animal prehistórico”
- “es un niño que va creciendo”
- “cuando los dinosaurios existieron”
- “puede ser cuando estalla un volcán, es cuando se hace una revolución, es cuando hay emoción, son de época prehistórica”
- “cosas, cuentos”
- “algo que va progresando, algo que se crea”
- “Es una calle, es un libro, es una tienda, magia, enfermedad”
- “conquistas”
- “ascender”
- “cueva, cráter, volcán”
- “de los volcanes”
- “en la que se va haciendo historia”
- “saber, aprender, descubrir, encontrar, mejorar”
- “es que evolucionan cuando está chico y empieza a hacerse grande”
- “de pruebas”

La palabra *reproducción* continuó empleándose indiferenciadamente y se asoció principalmente con crecimiento y desarrollo:

- “fabricar más objetos, construir más ciudades”
- “del agua, de trabajadores, circulatoria, respiratoria”
- “es desarrollarse”
- “aumentación de algo o de alguien”
- “es cuando te producen algo, cuando te muestran algo, te ofrecen o compras algo”
- “crecer”
- “del inhumano, de retención”
- “vivir”
- “algo natural, pasa siempre, en tiempos pasados, presente y futuro”
- “es un museo, es un carro”
- “hace cambios, es desarrollarse, hace crecer”
- “se reproduce Pitágoras”
- “extinguirse”
- “se extrae”

Sobrevivencia se asoció en general con la muerte y con objetos que han podido subsistir al paso del tiempo.

- "de muertos"
- "es un paisaje, es un dibujo"
- "que puede revivir"
- "cuando se muere"
- "es sobrevivir, es una marca, es un dibujo, es un humano"
- "agua, proteínas, sales minerales, comidas, mangos"
- "es vivir, es vital para todos, es conocida"
- "cuando va a vivir, cuando no vas a vivir"
- "cuando alguien quiere morir"
- "del agua"
- "subsistir"

En la segunda etapa la palabra *extinción* se mantuvo como la más confundida y fue empleada en su significado común. La confusión más frecuente estuvo en relación con el significado de extender y aumentar en cantidad.

- "a la generación, a los músculos, a la extensión"
- "que se extorcionan"
- "reproducción de medicinas, de casas"
- "de zapatos, de cosas, de teléfono, para el foco, para el radio, para el estero, para el carro, para el metro"
- "del ozono, del agua"
- "del aire puro, del agua pura, de adultos, de buena gente"
- "del telégrafo, de una evolución"
- "cuando hay una fraturación de células, se multiplica, que hay más"
- "es una enfermedad, la usa el caballo, es contagiosa"
- "un cable de extinción, es un cable de luz o extinción de cables"
- "toda a la luz, es cuando vas a poner un foco, es una clavija, es una que utilizas para hacer la tarea"
- "es una enfermedad, es un bote, es una leche"
- "es un cable, es un cable de luz o de extinción"
- "camarón frito, carnes frías"
- "de países"
- "zapatos viejos, carro safari, frijol maya"
- "de ropa, de coches, de láminas"

- "en el patio hay extinción de hormigas, en el árbol hay extinción de abejas, en la calle hay extinción de arañas, en la basura hay extinción de ratas, en la basura hay extinción de moscas"
- "se anstienge" (sic)
- "es cuando unas mariposas son muchas, es decir cuando hay gran variedad de ellas, quiere decir que se extinción es muy grande"
- "fábricas, agua, tierra, ríos, ciudades"
- "del fuego, cuando se extiende más"
- "del aire y oxígeno limpio"
- "de las montañas, de los ríos, del desierto"
- "de colores, de abispa, de abejas, de una película"

Con respecto a la palabra adaptación, se confirmaron las confusiones que se dieron anteriormente. Los participantes insistieron en asociarla con el significado común, con aprender y especialmente con adopción.

- "del señor, de sucursal, femenina, muscular"
- "es donde se puede adaptar varias cosas, se conoce como aprender"
- "real, preparada"
- "de niños, de zapatos"
- "grande, al carro, manejar"
- "del sol, de la luna"
- "cuando adaptas algo, es cuando una persona adapta las cosas más importantes"
- "es cuando una persona adapta una cosa, por ejemplo un bebé"
- "cuando adaptas algo que te dicen o señalan varias cosas"
- "de cables, de algún instrumento, social, de clase"
- "algo si se adopta a una imagen de una cámara"
- "una tinta a la pluma, un masquin"
- "convivir, de la nintendo, de la luz"
- "mental, sofisticada"
- "es cuando adapta un animal o una persona, por ejemplo un perro es adaptado por sus amos y niños o personas, y el perro está siendo adaptado por ellos"
- "cuando adaptas a alguien, tienes que adaptar cuando te dan un niño y/o animales"
- "cuando tienes un hijo y lo adaptas y lo alimentas"
- "de reproducciones, de evoluciones, de lugares, de alimentos"
- "de islas, de yerbas, de ríos, de casas, de terrenos"

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

- "de un reloj, de una pulsera, de una silla, de un radio, de una tela, del pizarrón, de una pluma"
- "estar bien informado de lo que acontece en el mundo".

b) mapas conceptuales

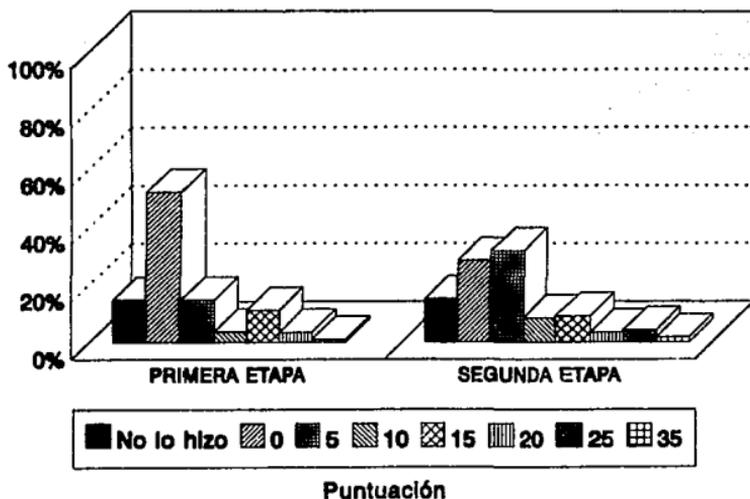
En la gráfica XI se presentan los resultados obtenidos en la construcción de mapas durante las dos etapas de aplicación.

En la segunda etapa el porcentaje más alto (31.4) correspondió a las puntuaciones de 5. En estos casos los alumnos situaron jerárquicamente la palabra evolución en la parte superior del mapa. Sin embargo no relacionaron convenientemente los términos restantes y no anotaron las palabras de enlace.

En términos generales, durante la segunda fase de construcción de mapas se evidenció un incremento en los porcentajes de las puntuaciones. Lo más sobresaliente fue que el porcentaje de alumnos que obtuvieron un puntaje de cero en los mapas construidos durante la primera etapa se redujo de 51.8 a 28. Los porcentajes para las puntuaciones mayores también se incrementaron y se observó una distribución más uniforme que en la etapa anterior.

El puntaje más alto fue de 35 y lo obtuvieron dos alumnas con mapas diferentes. En este punto es necesario recordar que los conceptos se pueden relacionar de diversas maneras y que por esta razón puede haber más de un mapa correcto.

**Gráfica XI. Mapas conceptuales
1ª y 2ª etapa**



c) legibilidad

Palabras difíciles

En esta última etapa se planteó como objetivo determinar la legibilidad del libro de texto. Como se mencionó antes, los niveles de legibilidad se definen a partir de las características tanto del libro como del lector. Por lo tanto, los estudios de este tipo deben darse en función de las variables tanto textuales como cognitivas.

La legibilidad incide en tres aspectos fundamentales del libro: el grado de comprensibilidad, la fluidez con la que pueda leerse y el interés que pueda despertar en los lectores.

Uno de los factores que más influyen en la comprensibilidad de un material de lectura, es el lenguaje utilizado por el autor. Para investigar si el vocabulario empleado era accesible para los alumnos de la muestra, se les pidió que subrayaran las palabras cuyo significado desconocieran.

De las cuatro páginas en las que se desarrolla el tema de la evolución biológica, los alumnos señalaron las siguientes palabras que consideraron difíciles.

PALABRAS DIFÍCILES	NÚMERO	PORCENTAJE	PALABRAS DIFÍCILES	NÚMERO	PORCENTAJE
actualmente	3	2.5	<i>Dicrurus</i>	48	40.0
acumulada	2	1.6	<i>Drosophila</i>	76	63.3 ✓
adaptación	4	3.3	<i>Equus</i>	27	22.5
aislados	12	10.0	<i>Hottentottus</i>	10	8.3
básicos	4	3.3	<i>Hyracotherium</i>	30	25.0
beneficiarse	2	1.6	Nombres propios: BEAGLE	37	30.8
clásica	4	3.3	Darwin	3	2.5
cúmulo	27	22.5	Galápagos	7	5.6
decisivos	8	6.6	Jean Baptiste Lamarck	25	20.8
dedujo	4	3.3	Mavr	3	2.5
descartada	15	12.5	Simpson	6	5.0
diferir	7	5.6	Theodosius Dobzhansky	25	20.8
divergencia	33	27.5	notoriamente	7	5.6
eslepa	9	7.5	obstante	4	3.3
evolucionista	12	10.0	paleontología	39	32.5
existieron	20	16.6	planteó	36	30.0

filosofía	4	3.3	paulatinamente	21	17.5
follaje	8	6.6	periferia	8	6.6
forestal	14	11.6	proceso	4	3.3
fósiles	7	5.6	rasgos adquiridos	10	8.3
generaciones	2	1.6	régimen	4	3.3
genes	19	15.8	selección natural	6	5.0
genéticas	106	88.8 ✓	síndrome	5	4.1
germinales	11	9.1	synthética	43	51.0 ✓
geográficamente	2	1.6	sistemática	25	20.8
heredan	4	3.3	subespecie	38	31.6
hereditario	20	16.6	sustentan	36	30.0
hostil	80	66.6 ✓	tendientes	4	3.3
lamarckista	25	20.8	teoría	10	8.3
larvas	25	20.8	tipo bar	14	11.6
modificado	16	13.3	transmisión	4	3.3
mutaciones	74	61.6 ✓	variación	21	17.5
neodarwinista	38	31.6	vestigios	11	9.1
Nombres científicos:					
<i>Canis familiaris</i>	20	16.6	zoológico	36	30.0

Como puede apreciarse son cinco las palabras que superan el 50% de desconocimiento. También puede observarse que muchas de las palabras señaladas no son términos especializados y que varias son polisílabas (esto confirma lo expresado acerca de que las palabras largas son más complejas).

Evocación de lectura

En esta fase se pidió a los alumnos que después de la lectura cuidadosa del pasaje, describieran en una hoja todo lo que recordaran. Los pasajes involucrados en este estudio se presentan a continuación y al final de ellos se proporcionan algunas de las respuestas de los participantes.

Pasaje 1

IV. La evolución biológica

1. La selección natural como mecanismo de la evolución

En el siglo XIX se sustentaron dos teorías principales para explicar por qué y cómo sucedió la evolución. Jean Baptiste Lamarck, famoso zoólogo francés, cuya *Filosofía zoológica* se publicó en 1809, sostuvo que los nuevos órganos surgieron como reacción a las necesidades de la lucha de los animales contra un ambiente hostil. Dedujo que el tamaño y la importancia de los órganos se relacionaron con la "ley del uso y falta de uso"; el tamaño y la importancia de los órganos también se heredaron en el curso de las generaciones.

La teoría de Lamarck se basó en la herencia de los caracteres adquiridos; esto significa que, para adaptarse a su ambiente, un organismo debió de usar ciertas partes de su cuerpo y no otras. Las partes usadas debieron volverse más fuertes e importantes; las no usadas, debieron debilitarse y desaparecer. Estos cambios llamados "rasgos adquiridos", según Lamarck, pudieron pasar a los descendientes.

El ejemplo clásico de Lamarck es el de las jirafas (figura 4.28). Supuso que, en algún tiempo, tuvieron piernas y cuellos cortos. Mientras hubo suficiente pasto para comer, no tuvieron necesidad de cambiar. Al aumentar su competencia con otros organismos por el pasto, tuvieron que cambiar: el cuello y las piernas se les alargaron lo suficiente para alcanzar las hojas más altas. De este modo, resultó la jirafa moderna. Por tanto, según Lamarck, un rasgo adquirido por un individuo mediante la adaptación, puede transmitirse y provocar que ocurra la evolución de su especie.

La teoría lamarckista de la transmisión hereditaria de caracteres adquiridos es atractiva, pues explicaría la adaptación de muchos organismos al medio; pero, en definitiva, es *inaceptable*, puesto que las pruebas genéticas son decisivas: los *caracteres adquiridos no se heredan*.



Figura 4.28. La jirafa es el ejemplo que usó Lamarck para apoyar su teoría.

En el primer ejercicio de evocación de lectura el 80% de los participantes se refirieron al ejemplo de la jirafa. Sin embargo sólo mencionaron la parte incorrecta de la teoría propuesta por Lamarck y dan por hecho que se trata de lo que en realidad sucede. Ignoraron la última parte del pasaje en la cual se señala que esta teoría es inaceptable debido a que "los caracteres adquiridos no se heredan". De esta misma fracción de la muestra 27 alumnos (24.5%) mencionaron a Lamarck como autor de la teoría y 12 la adjudican equivocadamente a Darwin (10.8%).

La explicación que proporcionaron estos 87 alumnos se estableció predominantemente en términos teleológicos y antropomórficos.

A continuación se citan 12 de las respuestas que dieron los alumnos a la pregunta ¿qué recuerdas de lo que acabas de leer?

Se conservan las cualidades de las respuestas tales como las faltas de ortografía, así como las palabras y frases inconclusas. Esto persigue el doble fin de que puedan apreciarse en su dimensión real las capacidades de la mayoría de los estudiantes y el grado de confusión al que puede llevar la lectura de un texto que se supone adecuado para un alumno de primer año de secundaria.

"Que pues las jirafas antes no alcanzaban las hojas más altas de los árboles y empezaron a comer pasto y les fueron creciendo las patas y el cuello para alcanzar las hojas más altas de los árboles"

"Las jirafas tenían cuello y pies pequeños pero comían pasto verde y luego se lo quitaron y por eso les creció el cuello y los pies y así se hicieron las jirafas"

"Que hicieron un zoológico francés cuyo se publicó en el año 1809 que hicieron un experimento con una jirafa que la alargaron para que alcanzara las hojas más grandes"

"Que antes las jirafas era únicas y que luego se empesaron a reproducirse y que tenían el cuello y las patas muy cortas y con las envidias porque eran lta muchas no alcansaban las hojas de los arboles y por eso les crecieron las patas y el cuello"

"Que las jirafas en tiempos pasados tenían cuello y patas cortas había mucho pasto y se lo comían y se extinguió y un señor que era zoológico y hizo un experimento a las girafas les alargó las patas y el cuello para poder alcanzar las hojas de los árboles"

"En la evolución hubo zoólogos que hacían que los órganos como Darwin y otros que las jirafas tuvieron más largos sus cuellos y sus patas y hubo zoólogos que hicieron que los órganos funcionaran y cambiaran a las jirafas. Hubo rasgos adquiridos y hicieron cosas genéticas como el espermatozoide y el óvulo"

"Que la jirafa tubo que alargar sus patas para alcanzar las hojas más altas así es la moderna.

Que la jirafa tenia antes cuellos y patas cortas que comia pasto pero ahora come las hojas de los arboles

y algo de los espermatozoides"

"Segun su teoria se trata de una girafa que se le tenfan que hacer las patas y el cuello para que pudieran comer las hojas de asta riba y cuerpo delgado"

"Que a las jirafas les alargaron las patas y el cuello y"

"Que la jirifa se pueden aser grande como antes no habia pasto se les engrandava el cuello cuando avia pasto y tambien las piernas pe ro cuando no avia no tenian ni el cuello grande y sus patas no las tenian largas de la jirafa"

"Segun Charles Darwin la girafa antes tenia el cuello corto y las patas cortas cuando no tenfan suficiente competencia sobre la comida

Después avia escasez de pasto tuvieron que estirarse y asi alargaron sus patas y su cuello y asi lograron alcanzar las hojas mas altas de los árboles se dice que estos desarrollos se heredan con cada jeneracion de sta especie de animales

asi sucede con el maiz cuando les cae una plaga cada grano pone una recitencia y asi lograra sobrevivir y asi se va eredando asta que unos granos no los perjudiquen"

"La teoria de Darwin era mas aceptable que la teoria de Janwin era que invento para que los animales alcanzaran lo mas alto de los árboles se alargara el cuello y los pies y a este animal se le llamara la jirafa (moderna)"

Otras situaciones detectadas fueron las siguientes. El 7.2% de los participantes no respondieron. Seis alumnos (5.4%) sólo recordaron la frase con la que se iniciaba el pasaje "en el siglo XIX surgieron dos teorías para explicar la evolución". Mientras que únicamente 2 alumnos -y uno de ellos parcialmente- captaron la idea transmitida a través de la lectura:

"Que la teoria de Lamark fue incorrecta que creia que los animales cambiaban de aspecto por el medio en que vivian.

Un ejemplo la jirafa el creia que su cuello y patas se alragaban por eso. Su teoria fue cambiada por la de darwin y tambien que los animales que hoy conocemos surgieron hace miles de años"

"Yo entendí que un zoólogo llamado Jean Baptiste Lamarck según su teoría de él acerca de la evolución era que los órganos más usados se fortalecieron y crecian y los menos usados se debilitaban y desaparecían y uso como ejemplo a la jirafa.

Que ellas tenian el cuello y las patas cortos pero por el problema del pasto hostil se alargaron para alcanzar las plantas, más altas. pero su teoria fue inaceptable porque los organos no se heredan si no por el óvulo y el espermatozoide".

Pasaje 2

Hoy día, la teoría de Charles Darwin sobre la evolución es la más aceptada.

Su contribución a la ciencia fue doble: presentó un cúmulo de pruebas tendientes a demostrar que había ocurrido la evolución de los organismos, a la vez que formuló la teoría de la selección natural para explicar la evolución.

A bordo del *Beagle*, viajó durante cinco años. En el transcurso del viaje observó gran variedad de plantas y animales de América del Sur y las Islas Galápagos (cercanas a la costa de Ecuador) (figura 4.29).

Por sus observaciones y estudios, Darwin llegó a las siguientes conclusiones:

- En cada población de vegetales o animales, hay competencia por apropiarse los recursos disponibles. Sólo algunos organismos sobreviven.
- Es más probable que los individuos con variaciones genéticas más favorables sobrevivan y se reproduzcan, transmitiendo a sus hijos esas características favorables.



Figura 4.29. Darwin viajó en el velero *Beagle* durante cinco años, tiempo en el que colectó muestras de rocas, animales y plantas; el estudio comparativo de ellas lo condujo a formular la teoría de la evolución por medio de la selección natural.

Esta es la idea de la *selección natural* y el punto clave de la teoría de Darwin: la naturaleza produce y luego selecciona las combinaciones genéticas más favorables.

Por ejemplo, en la actualidad se ha demostrado que si una enfermedad ataca un cultivo de granos, las plantas que tengan variaciones genéticas que les permitan resistir la enfermedad, sobrevivirán. Serán estas plantas las que, al reproducirse, heredarán a sus descendientes la resistencia.

La variación genética que permite la supervivencia se acumula finalmente y pasa a ser común a toda la población. De esta manera, concluye Darwin, ocurre el cambio o evolución.

Lo más sobresaliente en la evocación de la lectura del segundo pasaje, fue que 88 alumnos (73.3%) retomaron el ejemplo de la jirafa, hicieron mención del viaje de Darwin y mezclaron la información que obtuvieron en la primera lectura.

"Charles Darwin viajó por Sudamérica y observó animales y plantas que a las jirafas se le alargaron las patas"

"Darwin viajó en el velero Beagle durante cinco años, descubrió que las jirafas se alargaron con el pasto"

"Lamarck viajó a través del océano"

"Darwin hizo un viaje"

"Un zoólogo que hizo un viaje en América del Sur -para averiguar la Evolución de las plantas y animales y que los rasgos se transmiten o se heredan"

"Que Darwin viajó en un barco llamado Beagle"

"Que Darwin viajó en el Beagle y vio que antes las jirafas tenían piernas y cuello corto que había mucho pasto pero ahora que no hay pasto tienen las piernas más largas y el cuello más largo para que alcancen las hojas más altas"

"La jirafa era más chica que ahora, ahora tiene el cuello más largo y las patas para poder alcanzar las hojas de la punta del árbol lo inventó Darwin el zoólogo viajó 5 años en eso 5 años descubrió que las plantas y los animales"

"Carlos Darwin viajó en un barco y vio varias especies de animales y plantas. En el esquema del mapa venía trazada una ruta"

"Carlos Darwin dibujó, por Sudamérica y Inglaterra"

"El esquema 4.29 se ve el recorrido de Darwin"

"Carlos Darwin viajó y viajó 5 años para encontrar una explicación los mapas y un árbol con pasto y la jirafa"

"Que Carlos Darwin inventó las variaciones genéticas"

"Que la jirafa antes tenía patas chicas y cuello chico y ahora las dos cosas las tiene largas. Era una jirafa larga, pasto y un árbol".

"Darwin navegó hasta la isla Galápagos a través del Ecuador un mapa donde nos enseña donde navegó Charles Darwin"

Pasaje 3

La selección natural es un proceso mediante el cual, el ambiente selecciona los organismos mejor adaptados; los que no se adaptan al ambiente, mueren.

2. Otros procesos evolutivos



¿Qué es la evolución?

Después de Darwin, se han acumulado muchas pruebas de la evolución. Es decir, los seres vivos que conocemos actualmente provienen de antepasados más sencillos que existieron hace muchísimos años.

Pero la teoría de Darwin no ha permanecido tal como él la planteó, sino que se ha modificado conforme han sucedido nuevos descubrimientos.

En la actualidad, la teoría evolucionista más aceptada se llama *teoría sintética de la evolución* o *teoría neodarwinista*; se basa en la selección natural y en lo que se sabe sobre mutaciones, relaciones de las poblaciones con su ambiente y pruebas fósiles.

Los puntos básicos de esta teoría son éstos:

- La selección natural es la causa principal de la evolución de los seres vivos.
- La herencia de los caracteres adquiridos que proponía Lamarck, queda completamente descartada como manera de explicar la evolución.
- La selección natural actúa sobre las poblaciones, y no en individuos aislados.
- Las nuevas especies van apareciendo con el paso de muchos años y conforme se van adaptando a las condiciones cambiantes del medio.



Experiencia de aprendizaje

De los puntos que te acabamos de presentar, ¿cuál de ellos mencionó Darwin en su teoría de la evolución?

La teoría neodarwinista fue establecida entre 1937 y 1948 por tres investigadores que trabajaban en campos distintos.

Theodosius Dobzhansky, ruso nacionalizado estadounidense (1900-1975) y destacado estudioso de la genética moderna, autor del libro *La genética y el origen de las especies* (en el que se apoya en los principios de Darwin), sustentó que se heredan las variaciones ocurridas por selección natural.

En la evocación del tercer pasaje, 82 alumnos, es decir el 68.3% mencionaron a Darwin; pero no pudieron explicar adecuadamente el resto de la información presentada. Algunos insistieron en la información obtenida del primer pasaje:

"que carlos Dawy descubrió a los seres vivos sensillo que existieron las evoluciones"

"Darwin estuvo antes de la ebolucion a la ebolución que dscubrida en 1990"

"Que ante Derwin y los antepasados se parecían mucho y que la teoría era mejor y ay unos puntos que Derwin menciona 4 an echo pruebas"

"Se trató de la evolución de la teoría de Darwin que el hizo y de que lo más importante de la evolución son animas que fueron del antepasado y los fosiles que se están encontrando y que la teoría de Darwin ya quedó en el pasado y que ahora es la de lamark Un filósofo de (1900 a 1700).

13 alumnos, que representan el 10.8% de la muestra no contestaron y 11 (9.1%) retomaron el ejemplo de las jirafas:

"Darwin se adaptó a la teoría y que las jirafas que tenían el cuello chico se morían por que no alcanzaban las herbas y las que la tenían largo no se morían y luego se alargaban porque no les podía quedar el cuerpo grande y los pes se les empezaban a estirar que la teoría surgió en"

"después de darwin sean acumulado muchas pruebas al los animales que ay son de los antepasados que pudieron ser algunos de nuestros antepasados que a la actualidad de teoría de darwin muchos años se dise que sus animales eran de los antepasados las girafas comían pastos de pronto de cresio el cuello y las patas"

"Uno de los puntos más importantes darwisticos que cuando en nuestros antepasados los animales eran mas sencillos y así unas características tienen los de haora también habla de la jirafa cuando se le alargaron las patas"

"Que Carlos Darwin explicaba y daba pruebas de los animales que antes existieron y fueron evolucionando y Lamark nadamas se expreso con una jirafa de que antes tenían un cuerpo más chico y como fueron evolucionando se les alargaron las patas y el cuello pero eso no es cierto. Darwin presento pruebas de la evolución de los restos de las plantas y huesos de animales y humanos y se dice que la explicación de Lamark es descartada".

"Que la teoría de Darwin cambio que los animales no se adaptan a otro ambiente. Y que las jirafas se tubo, que alargar sus patas y su cuello por que ellas comían pasto y se dieron cuenta de que otros animales también comían pasto y para comer las hojas de los arboles se alargó su cuello y patas".

"Desde Darwin que los seres vivos que conocemos actualmente en la actualidad la teoría evoluciona mas aceptada la seleccion natural es la causa principal completa descartada de

como manera de la jirafa de cuello corto que comian pasto y les fueron creciendo las patas el cuello y todos los demas organismos".

"De que después de Darwin siguieron descubriendo fosiles.

Los animales que existen existieron antes y que los descendientes eran los animales que existen. Puso el ejemplo de que la jirafa era de cuello corto y patas cortas, podfan comer pasto pero como el pasto".

9 alumnos (7.5%) hacen mención de la selección natural, pero no sin explicarla:

"Que la selección Natural es la causa de los seres vivos.

Que los animales que podemos ver en la autalidad pertenecen a muchos atras o antes.

La teori de narguín"

"Que Darwin se abasaba a un animal pero que ese animal va evolucionando no el sino su descendiente por la selección natural y que el no podia vivir en otro medio cuando ya hubiese adaptado en uno no podria sobrevivir"

"Que Darwin le llegaban varias pruebas evolutiva

Que cualquier animal que se cambie a distinto ambiente cambian sus organismos.

La teoria fue establecida en el año de 1937 y 1973.

La selección natural es un proceso mediante el cual el animal se adaptaba a su propio ambiente".

"La selección natural es un proceso mediante el cual el ambiente

"Surgieron teorías mediante las cuales eran pasos para seguir buscando".

"Que Darwin, hizo unos puntos en los cuales decia algunas cosas de la seleccion natural y que ido evolucionando muchas cosas tambien dijo que ..."

Tres alumnos redactaron textos prácticamente incomprensibles, como el siguiente:

"Después de darwin los partimientos de dos se pueden ser escritos de dos maneras formando cuatro científicos solamente los dos puntos formados de un cuarto despues de pobladores del fondo del punto fue el de Darwin se le llamo 3 formas de los cuales se llevaro a componer el tres"

Sólo una de las participantes captó algunas de las ideas principales:

"Que la teoría de Lamark no fue aceptada y la teoría de Darwin conforme pasaban los años y descubrian algo nuevo la iban cambiando.

La selección natural es la que selecciona a los animales y plantas o sea deja vivir a las que se adaptan a su medio y los que no mueren.

También que tres científicos en ramas diferentes dieron razon a la teoría de Darwin. Uno de ellos hizo un libro bisandoce en la teoría de Darwin".

Pasaje 4

Ernst Mayr, alemán nacido en 1904, especialista en sistemática (ciencia que estudia la identificación de las especies), expuso sus puntos de vista sobre la evolución en la obra *La sistemática y el origen de las especies*.

Observó que las poblaciones de una misma especie pueden diferir notablemente en sus caracteres, sobre todo si viven en territorios separados por accidentes geográficos (mar, montañas, etcétera). Las islas favorecen que una especie origine subespecies o razas geográficas.

Las subespecies o razas son grupos de individuos que, no obstante ser de la misma especie, se diferencian por algunas características. Por ejemplo, todas las razas de perros, aunque algunas muy distintas (compara un chihuahueño con un pastor alemán), todas pertenecen a la misma especie *Canis familiaris*.

En el caso de los perros, existen muchas razas porque el hombre ha cruzado aquellos que tenían características que le eran agradables (por ser pequeños, con poco pelo o con mucho, buen olfato, etcétera).

En la naturaleza, también existen razas. Por ejemplo, el pájaro *Dicrurus hottentottus*, que habita en Indonesia, tiene nueve formas de cola, que se encuentran en poblaciones geográficamente separadas. Las formas número 4 y número 6 son típicas de la especie y se hallan en el centro de la zona donde el pájaro vive; las formas de cola 1 y 9 difieren notoriamente de las anteriores y se hallan en la periferia.

Los biólogos consideran que la primera etapa que lleva a la formación de una nueva especie es la divergencia de ciertos caracteres de una población respecto de la especie inicial.

En el ejemplo del pájaro *Dicrurus*, las poblaciones que tienen las formas de cola 1 y 9 son subespecies geográficamente aisladas de las demás (no tienen contacto con las otras subespecies). Con el paso del tiempo, si estas poblaciones continúan aisladas de las otras subespecies y, por lo tanto, no se cruzan con ellas, irán diferenciándose cada vez más, ya no sólo en la forma de la cola, sino también en el pico, las patas y el comportamiento. De esta manera, llegará el momento en que ambas subespecies formen nuevas especies.

Casi la totalidad de la población (88.9%) sólo anotó frases inconclusas tales como "Yo recuerdo que" "Yo entendí que" "Se trata de un señor" "Habla de los perros". El resto de los participantes no contestaron, lo mismo ocurrió con el pasaje 5. Esta fue la razón por la que se seleccionaron los tres primeros pasajes para el diseño de las pruebas "cloze".

Pasaje 5

George Gaylord Simpson, norteamericano nacido en 1902, relaciona en su libro *Tiempo y moda en la evolución* los fundamentos de la paleontología y la genética de las poblaciones.



¿Recuerdas qué es un fósil?

La paleontología, como ciencia que estudia los restos o vestigios orgánicos fósiles, permitió a Simpson estudiar los antepasados del caballo, como se expone enseguida.

La cantidad de dedos de las patas del caballo disminuyó paulatinamente, desde el *Hyracotherium*—su antepasado más antiguo—, que tuvo cuatro dedos, hasta el *Equus*, de un solo dedo.

La disminución se debió al cambio de medio: luego de vivir en un medio forestal, el caballo pasó a la estepa; ello determinó la modificación de su régimen alimentario, de uno a base del follaje de los árboles a uno de hierbas. Asimismo otro factor que propició este cambio (el de cuatro dedos a uno solo), y de este modo la supervivencia del caballo, fue que este animal pasó de un medio cerrado, el forestal, a uno abierto, la estepa, en la que hay más terreno para correr.

La teoría sintética de la evolución es el resultado de tres disciplinas: la genética, la sistemática y la paleontología.

V. Evolución humana

1. El hombre en la escala zoológica



¿Consideras que la evolución dará lugar a que la apariencia del ser humano cambie en el futuro?

Ya vimos que el ser humano pertenece a una especie. Pero, en el transcurso de su historia biológica, el hombre ha cambiado. El ser humano no siempre ha existido: desde el punto de vista biológico, apareció como consecuencia de la evolución.

Evolución es el proceso mediante el cual los organismos cambian con el tiempo.

Los seres vivos han cambiado en parte debido a las mutaciones. Observa el siguiente cuadro y la figura 4.30.

Pruebas de legibilidad "cloze"

La evaluación de las pruebas de legibilidad consistió en asignar los porcentajes en función del número de las palabras incorporadas correctamente.

De acuerdo a las recomendaciones propocionadas por Morles (1981) y Rodríguez (1983), en la corrección de las pruebas se deben descalificar los sinónimos que pudieran anotar los estudiantes. Sin embargo en este trabajo se prefirió tomarlos como aciertos, pues su uso refleja un nivel adecuado de comprensión por parte del alumno.

A continuación se muestra una lista en la que aparecen las palabras que se utilizan originalmente en el libro de texto y los sinónimos que emplearon los participantes.

Palabras originales del texto	Sinónimos empleados por los estudiantes	Porcentaje
PRUEBA 1		
ambiente	medio	2
caracteres	rasgos	1
organismo	animal	1
debieron	pudieron	1
descendientes	hijos	2
alargaron	agrandaron	4
	estiraron	3
cortos	pequeños	3
	chicos	4
comer	alimentarse	2
cambiar	evolucionar	2
pasto	alimento	1
PRUEBA 2		
individuo	organismo	1
pruebas	nuestras	2
viajó	navegó	3
transcurso	curso	1
	recorrido	2
apropiarse	obtener	4
	aprovecharse	1
probable	posible	2
velero	barco	4
produce	crea	1
ataca	afecta	2
PRUEBA 3		
proceso	fenómeno	1
ambiente	medio	4
modificado	cambiado	3
	transformado	1

La incidencia en el uso de estos sinónimos no puede considerarse significativa, pues se mantuvo en porcentajes pequeños, sin embargo podría ser útil conocerlos.

Las pruebas de legibilidad "cloze"

De acuerdo a lo dispuesto en la interpretación de las pruebas, se consideraron tres categorías en los niveles de lectura. El nivel de frustración, corresponde a los porcentajes inferiores a 44. El nivel instruccional a los porcentajes de 45 a 57. El nivel independiente corresponde a 58% o más.

En las siguientes tablas se presentan los valores promedio obtenidos en las pruebas de legibilidad. Se muestran los resultados por alumno, por grupo y por prueba.

GRUPO A

NOMBRE	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PROMEDIO
Jorge	25	21	19	22
David	4	8	19	10
Luis	2	15	5	7
Víctor	25	31	47	33
Karina	30	0	19	16
Edgar	14	0	19	11
Rubí	23	36	28	29
Josué	16	8	11	11
Fernando	23	5	11	13
Nancy	7	0	25	10
Antonio	37	10	25	24
Alberto	30	26	49	35
Ivonne	21	2	23	15
Mario	16	0	44	20
Yahel	9	2	8	6
Elena	2	2	2	2
Edgar	23	0	25	16
Olinda	23	15	16	18
Alexic	42 √	50 √	51 √	48 √
Manuel	32	23	16	24
Juan	2	0	5	3
Maricela	18	26	11	18
Iván	2	8	2	4
Sandra	9	5	16	10
Pascual	2	0	2	1
Jose Iván	39	2	11	17
Norma	30	31	35	32
Roberto	30	0	11	14
Arturo	32	21	33	29
Fernando	11	5	11	9
Carlos	11	13	8	11
Mauricio	34	0	19	18
Sandra	11	0	8	6
Alc	23	13	11	16
Jennifer	67	15	36	39
Promedio	20.8	11.2	19.4	17

Tabla XIIIa. Legibilidad. Niveles de Lectura.

En el grupo A el nivel de lectura más alto (67%), correspondió a la prueba 1. Perteneció al nivel independiente de legibilidad. Sin embargo, la puntuación en las pruebas 2 y 3 corresponde a los niveles de frustración.

El nivel promedio de lectura por prueba fue de 20.8%, 11.2% y 19.4 para las pruebas 1, 2 y 3 respectivamente.

GRUPO B

NOMBRE	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PROMEDIO
Julio	46√	38	31	38
Mariana	30	23	23	25
Fabiola	11	8	28	16
José	14	2	16	11
Oscar	9	13	5	9
Soledad	16	11	8	12
Mayra	16	8	5	10
Alex	11	8	13	11
Roberto	9	5	5	6
Luis	2	47√	11	20
Ricardo	11	5	5	7
Leticia	14	10	8	11
Yezabel	25	29	19	24
Armando	46√	21	31	36
Damián	37	39	31	36
Hugo	16	10	13	12
Roberto	0	15	22	12
Alicia	9	12	5	5
Armando	25	29	41	32
Arlete	16	5	28	16
Lidia	23	22	16	20
Ale	9	13	8	10
Ruth	11	18	19	16
Adrián	7	10	8	8
Patricia	23	13	13	16
Brenda	23	18	16	18
David	32	29	55√	39√
Carolina	23	21	25	23
Promedio	18.3	17.2	18.1	16.6

Tabla XIII. Legibilidad. Niveles de lectura por grupo

En el grupo B el nivel de lectura más alto (55%) se obtuvo en la prueba tres, que se mantuvo como único y pertenece al nivel instruccional.

El porcentaje promedio más alto del grupo fue de 39 y corresponde al nivel de frustración.

Con respecto al grupo anterior, los niveles individuales por prueba fueron más bajos.

El promedio global por prueba fue de 18.3%; para la prueba dos fue de 17.2% y para la tres de 18.1%.

GRUPO C

NOMBRE	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PROMEDIO
Fernando	18	5	13	12
Ricardo	18	2	11	10
Eduardo	18	5	16	13
Ricardo	25√	18	19	20
Oscar	23	15	31	23√
María	18	23	22√	21
Estela	7	5	22√	11
Jesús	25	21√	8	18
Erick	4	2	16	7
Hugo	16	5	8	10
Jorge	7	2	8	6
Gabriela	4	0	16	7
Patricia	7	5	5	6
Sonia	9	18	11	13
José	0	2	5	2
Horacio	0	0	2	1
Ale	16	10	19	15
Saúl	16	5	13	11
Domingo	14	8	11	11
Germán	8	8	8	8
Jesús	7	2	8	6
Javier	18	8	8	11
Rocío	4	13	21	13
Pablo	21	18	16	18
Eli	14	8	13	11
César	18	13	7	13
Iván	21	13	26	20
Ricardo	2	21√	8	10
Janet	14	10	5	10
Argentina	2	8	11	7
Promedio	12.4	9.1	12.5	12.3

Tabla XIc. Legibilidad. Niveles de Lectura por grupo

En comparación con los niveles individuales de lectura de alumnos de los grupos A y B, en el grupo C se alcanzaron niveles más bajos.

En este grupo el nivel más alto se registró en la prueba tres, fue de 31% y pertenece al nivel de frustración.

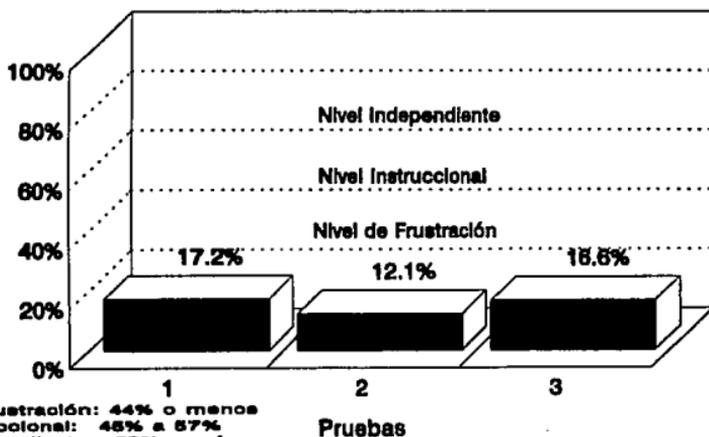
Los niveles promedio globales del grupo C fueron 12.4% para la prueba uno; 9.1% para la prueba dos (este fue el valor más bajo registrado en los tres grupos) y 12.5% para la prueba tres.

Los promedios totales por prueba correspondieron a 17.2% (prueba 1); 12.5% (prueba 2) y 16.6% (prueba 3).

En la gráfica XII se presentan los resultados obtenidos por los alumnos de los tres grupos para cada una de las pruebas.

Como se puede apreciar, los valores promedio (17.2%, 12.1% y 16.6%) no rebasaron los niveles de frustración.

**Gráfica XII. Pruebas de legibilidad
"Cloze"
Niveles de lectura por pasaje**



Únicamente el 9.6% de los estudiantes (que representan una fracción muy reducida de la muestra) consiguieron los porcentajes más altos: 44% (1 caso), 46% (2 casos), 47% (2 casos), 49%, 50%, 51%, 55% y 67% (1 caso). Nueve se consideran *niveles instruccionales*. Esto es, que pueden proporcionar suficiente información al lector siempre y cuando pueda contar con ayuda. Sólo un caso correspondió al nivel independiente.

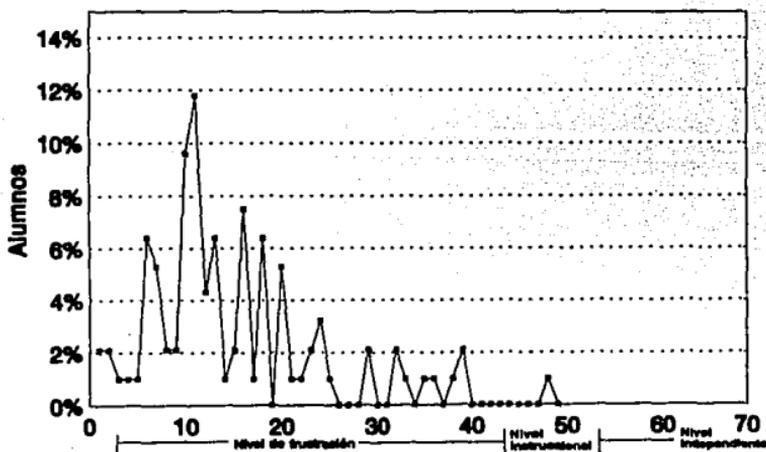
La mayor proporción de participantes (90.3%) obtuvo valores que indican *nivel de frustración*. Todos ellos son incapaces de obtener alguna información del texto referido.

Se había mencionado anteriormente que el porcentaje de alumnos que obtuviera 58% o más sería el indicativo acerca del nivel de comprensibilidad del material. Sin embargo en este estudio no se obtuvieron registros promedio superiores a 57%. Esto quiere decir que ningún alumno de la muestra sería capaz de obtener suficiente información del texto sin apoyo del profesor.

En la gráfica se ve con claridad que prácticamente la totalidad de los datos se ubican dentro de los niveles de frustración.

En el nivel instruccional sólo aparece un caso y en el independiente ninguno, porque no hubo alumnos que al promediar los resultados obtenidos en las tres pruebas alcanzara 58% o más.

**Gráfica XIII. Legibilidad
Niveles de lectura
porcentaje**



e) Análisis del libro de texto

Con base en la tabla propuesta por Doran y Sheard (1974), se realizó el análisis del libro *Maravillas de la Biología*. (El modelo de la tabla para análisis se presenta en el Anexo 4).

1. LEGIBILIDAD

El tamaño promedio de las oraciones empleadas en los tres párrafos es de 21 palabras. Este valor es superior al recomendado. En las sugerencias hechas para incrementar la legibilidad (Anexo 3) se propone mantener el promedio general por debajo de 15 (que es el promedio general para adultos).

La complejidad de las oraciones se determina en función del promedio de sílabas por oración en pasajes de cien palabras. Los valores obtenidos fueron 213, 216, 211. Los expertos señalan que si el número promedio de sílabas por pasaje rebasa 165, la lectura es sólo para graduados. Esto indica que las oraciones empleadas no poseen las cualidades para ser comprendidas por los estudiantes de primer año de secundaria.

El vocabulario empleado puede considerarse denso, difícil y muchas veces innecesario. En cuanto al uso de términos técnicos, la sugerencia es evitar siempre que sea posible las palabras técnicas o difíciles y en su defecto incluir como máximo 5 por pasaje de cien. Sin embargo, en el libro analizado existen pasajes en los que se rebasa el límite recomendado, caso concreto el de la página 256. Este pasaje contiene 7 palabras que los alumnos señalaron como desconocidas.

La cantidad de dedos de las patas del caballo disminuyó paulatinamente, desde el *Hyracotherium*—su antepasado más antiguo—, que tuvo cuatro dedos, hasta el *Equus*, de un solo dedo.

La disminución se debió al cambio de medio: luego de vivir en un medio forestal, el caballo pasó a la estepa; ello determinó la modificación de su régimen alimentario, de uno a base del follaje de los árboles a uno de hierbas. Asimismo otro factor que propició este cambio (el de cuatro dedos a uno solo), y de este modo la supervivencia del caballo, fue que este animal pasó de un medio cerrado, el forestal, a uno abierto, la estepa, en la que hay más terreno para correr.

El libro analizado no presenta resúmenes.

2. CONTENIDO

El contenido se apega parcialmente a los objetivos del programa, pues no proporciona la información, ni las actividades suficientes para alcanzarlos. Está actualizado, pero no refleja totalmente la naturaleza de la ciencia (como un producto en continua construcción, ni propicia el escepticismo razonado). El contenido no es apropiado para las habilidades de los estudiantes, pues

en algunos casos se presenta información muy especializada que no viene al caso. Por ejemplo en la de la página 255, en donde se detalla demasiado el trabajo realizado por Dobzhansky:

Utilizó las cajas de poblaciones inventadas por los franceses, en las que es posible criar y mantener poblaciones de miles de individuos durante decenas de generaciones a fin de estudiar la competencia entre las diferentes constituciones genéticas.

Por ejemplo, introdujo ejemplares de drosófila del tipo salvaje en una población de drosófila tipo Bar. Una característica de esta última es que muchas de sus larvas mueren después del nacimiento; por ello, después de un tiempo el grupo de moscas de la población salvaje comenzó a dominar.

Lo anterior no significa que las moscas salvajes hubieran eliminado a las moscas tipo Bar, sino que se nota, después de 15 meses, que éstas se mantienen en nivel muy bajo (0.5%); es decir, se mantienen como una "reserva". Si en determinado momento el ambiente hubiese cambiado de tal forma que no beneficiase a las salvajes, el tipo Bar hubiese aumentado en mayor cantidad que el salvaje.

Puedes observar que la selección natural conserva a las poblaciones con genes cuyas características son más fuertes que las de otras poblaciones.

En cuanto a la organización, se pudo apreciar que no son aprovechados al máximo los temas inclusores, pues no se les relaciona con los temas subordinados, ni se aplican para proporcionalizar otras explicaciones.

Las unidades se relacionan con el tema principal, pero en general no se enlazan entre sí. Los capítulos no presentan una secuencia lógica (aunque esto es más atribuible al programa).

Presenta un desarrollo histórico muy parcial al inicio de los temas. Por ejemplo, en la sección dedicada a Lamarck, se menciona origen, nacionalidad, obra y un ejemplo más o menos detallado. Sin embargo, al hablar de Darwin todos estos detalles se pasan por alto.

No se tratan las implicaciones de la ciencia en la cultura y en la sociedad. Por ejemplo, en el libro de texto gratuito para sexto grado de primaria se mencionan aspectos interesantes que sería conveniente retomar: especies en peligro de extinción a causa de las actividades del humano; la resistencia en las moscas producto del empleo del DDT y el mejoramiento de especies.

3. APARIENCIA

El tamaño de la letra es pequeña, quizá más de lo conveniente.

La calidad de la impresión es regular, pues aunque es clara y el color y la textura del papel son buenos, pueden borrarse con goma para lápiz.

Visualmente el libro no es muy atractivo, hay páginas enteras con texto sin ilustraciones, cuadros o fotografías.

El tipo de encuadernación y la cubierta son adecuados para un uso continuo.

El precio (NS 30) es más o menos accesible, pues hay que considerar el salario de los padres, el número de hijos en edad escolar y que en otras materias también se solicitan otros textos.

4. CALIDAD DE LAS ILUSTRACIONES

Algunas de las ilustraciones no pueden considerarse auxiliares útiles para el aprendizaje, particularmente las utilizadas en la sección en la que se desarrolla el tema de la evolución biológica. Por ejemplo, para ilustrar a las jirafas de Lamarck únicamente se presenta el dibujo de una jirafa más alta que un árbol.

Una ilustración de este tipo no funciona como apoyo para enfatizar la explicación, ni es atractiva.

En el libro no se presentan fotografías, en las primeras unidades se presentan ilustraciones a color (hasta la página 183). Las unidades IV y V incluyen solamente ilustraciones en blanco y negro y en la sección analizada sólo contiene el dibujo de la jirafa y un mapa en el que se señala la ruta del viaje de Darwin.

5. AUXILIARES PEDAGOGICOS

Incluye un índice al principio del libro.

Contiene 3 apéndices:

Material de laboratorio de biología

Categorías taxonómicas

Nombres científicos

Presenta un glosario con 69 palabras, que puede considerarse insuficiente (pues tan sólo en los pasajes analizados los alumnos señalaron 57 palabras como desconocidas).

En el texto se plantean preguntas cuya función es quizá motivar la curiosidad o interés del alumno. Sin embargo varias se quedan en el intento pues pueden responderse con un simple sí o no.

Incluye "actividades para realizar en el laboratorio", algunas que se pueden desarrollar en el aula, "de investigación y experimentación" y las de "investigación bibliográfica".

Las lecturas complementarias son escasas, para el profesor se sugieren siete y para los alumnos cinco.

6.2 DISCUSIÓN

Este trabajo se sostiene en los fundamentos teóricos del aprendizaje establecidos por Piaget y retomados en las obras de Bruner, Ausubel y Novak. Se hace énfasis en la teoría del aprendizaje significativo y en especial en el aprendizaje de conceptos. Las teorías propuestas ofrecen un amplio poder explicativo, tanto para investigar el proceso del aprendizaje, como para guiar el desarrollo del currículum escolar, el diseño instruccional y la evaluación.

a) Asociación de palabras

Los resultados en este estudio, al igual que en otros relativos al conocimiento previo de diversos conceptos biológicos básicos (Brumby, 1979; Longden, 1982; Séré, 1986; Osaki, 1990; Boyes, 1991) confirman que los errores conceptuales derivan de la experiencia cotidiana y dificultan el proceso del aprendizaje.

Los niveles de comprensión de los términos *adaptación*, *fósil*, *evolución*, *extinción*, *reproducción* y *sobrevivencia* parecen ser insuficientes para las demandas conceptuales que se imponen a los estudiantes de primer año de secundaria. Los términos no son comprendidos en su acepción biológica por la mayoría de los participantes, incluso hay quienes tampoco los reconocen en su significado común.

La explicación de la situación antes descrita parece encontrarse en la génesis y la evolución de los conceptos científicos.

El primer lenguaje que aprenden los estudiantes es el que adquieren directamente de la comunidad cultural en la que viven. Este lenguaje natural o cotidiano, sólo les permite la expresión del conocimiento del sentido común (Huerta, 1977). Mientras que, en el ámbito escolar, se les demanda el empleo de otro lenguaje, que les permita exponer un tipo de conocimiento más abstracto, más elaborado. Todas las ciencias han construido su propio lenguaje artificial, cuyos términos -en la mayoría de los casos- ha tomado del lenguaje de uso cotidiano (Bunge, 1969, citado por Huerta, 1977). La distancia que separa al lenguaje cotidiano del científico es enorme, pero esto pocas veces es apreciado y atendido por el profesor.

Bonfil y Tappan (1993), señalan que muchos de los términos científicos se han creado dentro de los límites del lenguaje cotidiano, en donde tienen una acepción más específica. En tanto que en la terminología científica se les asigna un significado mucho más amplio. Un ejemplo concreto en este estudio lo constituye la palabra *adaptación*, que en términos comunes significa "acomodar" o "ajustar". Sin embargo, para definirlo biológicamente es preciso explicitar las relaciones que guarda con otros conceptos y para ello se requiere de una amplia explicación (Anexo 2).

En esta investigación las evidencias revelaron el enorme contraste que existe entre las versiones conceptuales tan elaboradas que se ofrecen a los estudiantes y la multiplicidad de

versiones personales que cada uno sostiene. Ausubel (1976) afirma que los niños se ven obligados a usar y repetir los nombres precisos y estandarizados, cuyos significados son aún vagos, difusos, sobreinclusivos o subinclusivos para ellos.

Vygotsky sostiene que el niño tiende a asociar a cada palabra un gran número de significados y que éstos pueden reducirse progresivamente hasta lograr mayor precisión. En este sentido, Cuevas considera que, frente a la tarea de elaborar un texto, es preciso determinar el vocabulario "preteórico" con el que cuenta el estudiante y los significados asignados a cada término en el contexto en el que aparecen.

Una estrategia posible para acortar la distancia que separa al lenguaje científico del lenguaje cotidiano, consiste en determinar cómo cambian las palabras cuando amplían sus significados. Sutton (1980) invita a buscar de esta manera los caminos para conectar el conocimiento escolar con el conocimiento de todos los días.

En relación al tipo de respuestas proporcionadas, los resultados también indicaron que el conocimiento de los participantes está aún en la etapa de primeras nociones y que sólo lo manejan a nivel de dominio de aplicación (ejemplos). Los participantes no pueden delimitar todavía el significado de los términos presentados y aplicarlo a los aspectos exclusivamente biológicos. Esto quedó demostrado en las pruebas de asociación, en las se utilizó un lenguaje impreciso con términos indiferenciados, lo cual coincide con una de las características típicas de los esquemas conceptuales alternativos investigados por Driver (1986).

La mayor tendencia a contestar equivocado, que a no hacerlo puede sugerir una confirmación de lo expresado por Astolfi (1988), en el sentido de que los nuevos conocimientos siempre sustituyen un cuerpo organizado de conocimientos previamente adquiridos.

Algunas de las respuestas pueden interpretarse como producto de la confusión ocasionada por la apariencia similar que existe entre ciertos términos, como sucedió en el caso de "adaptar" y "adoptar", "extensión" y "extinción". Evans (1978) encontró que los alumnos tienden a incorporar palabras familiares de la vida diaria y que los errores son causados por sus intentos de aplicar la connotación ordinaria en un contexto biológico (cuando se les aplica una prueba de respuesta libre en el que se les invita a definir una serie de expresiones técnicas).

Por su parte, Ausubel (1976) afirma que los estudiantes asocian el significado de la mayoría de palabras nuevas, con sinónimos y palabras que ya son significativas para ellos (por eso es recomendable presentar los sinónimos durante la enseñanza de conceptos científicos).

Durante la fase de asociación, la palabra *adaptación* fue la menos contestada. Se puede decir que el desconocimiento de la acepción biológica de esta palabra tal vez esté justificado, ya que entre todos los términos presentados, es el que tiene el significado científico más amplio. Es probable que los alumnos de primero de secundaria no hayan tenido suficientes oportunidades para refinarlo y aplicarlo sin dificultades en el contexto biológico.

Otro argumento a favor de esta observación se encuentra en un estudio relativo al aprendizaje del concepto de selección natural. Brumby (1979), encontró niveles muy bajos de comprensión concernientes al concepto de adaptación, en muchos estudiantes universitarios.

Los resultados indican la necesidad de un tratamiento especial del término adaptación. Tal vez el desarrollo histórico del concepto (considerado por Mayr, 1982, como el "más original, complejo y destacable en la historia de las ideas...") podría resultar una estrategia útil para su introducción.

Durante las dos etapas de asociación la palabra *extinción* se mantuvo como la más confundida. La insistencia en la confusión se detectó a través de los tres instrumentos empleados. Aún en las sesiones de entrevista se reiteró su asociación con la ilustración que representaba a la reproducción y para explicarla se indicaban razones del tipo: "aquí se están extinguiendo, o sea se están haciendo más" o "los pollos se extinguieron, son más".

Las recomendaciones hechas por Ausubel (1976) y Novak (1982) apuntan hacia la necesidad de asegurar, por todos los medios posibles, que en la estructura de los estudiantes existan abstracciones primarias, antes de intentar la enseñanza de conceptos que requieran abstracciones secundarias. Ausubel hace hincapié en el sentido de que los profesores deben averiguar qué es lo que los estudiantes están listos para aprender.

b) Mapas conceptuales

En lo referente a la organización del conocimiento pudo observarse que a los estudiantes se les dificulta establecer relaciones y jerarquizar sus conocimientos. Es probable que esta situación se acentúe a través de los mecanismos tradicionales de evaluación, ya que, como lo ha manifestado Novak (1982) casi siempre se demanda la memorización de hechos inconexos. Esta situación es consistente con la revelada en un estudio de Brumby y colaboradores (1985), en el cual se demostró que los estudiantes de secundaria tienden a expresar sus ideas de una manera fragmentaria.

En términos generales la técnica del mapeo fue bien recibida, sin embargo el porcentaje de alumnos que no participaron (14,8%) fue prácticamente el mismo que en la primera etapa (14,5%). Esto tal vez se debió a que esa fracción del grupo, por tener una asistencia irregular, no acabó de comprender en qué consistía la actividad.

Los alumnos del grupo A obtuvieron los mejores puntajes en los mapas el mayor número de veces. Probablemente esta situación obedece a que los alumnos de este grupo son los de menor edad (11 y 12 años) y que por esta razón sean más receptivos y entusiastas para las innovaciones.

La diferencia detectada entre las puntuaciones obtenidas en la construcción de los mapas durante la primera y la segunda etapas puede interpretarse como positiva, pues reflejó una mejora

en los mapas elaborados. Es probable que la práctica y el énfasis que dio a la necesidad de establecer relaciones haya influido positivamente.

c) Entrevistas

La información obtenida durante las entrevistas es consistente con las investigaciones realizadas por Novak y Gowin (1988). En este estudio se reveló que el empleo de ilustraciones facilita la explicitación del conocimiento biológico, cuya expresión no había podido lograrse mediante el uso de los otros instrumentos. Esto nos conduce a pensar en la importancia de incluir ilustraciones adecuadas en los libros de texto, pues actúan determinadamente en la comprensión del mensaje.

Los cambios que se registraron durante la primera y segunda etapas en las pruebas de asociación y en la construcción de mapas conceptuales, fueron promovidos por los alumnos que participaron en las entrevistas, pues muchos de ellos mejoraron los puntajes logrados en la primera etapa. Por ejemplo, algunos alumnos que no habían delimitado sus explicaciones al contexto biológico en las primeras pruebas de asociación, lo hicieron durante las entrevistas y en las pruebas de la segunda etapa. Así mismo, durante las entrevistas la mayoría de los alumnos admitió que existía relación entre los conceptos ilustrados y en la segunda etapa de construcción presentaron mapas más completos.

Aunque las entrevistas requieren de más tiempo (en relación a los otros instrumentos empleados), su uso es recomendable para tratar los casos más difíciles que se pudieran presentar.

Sería conveniente aplicar las pruebas de asociación apoyadas en estímulos visuales (impresos en las mismas pruebas, o a manera de carteles colocados al frente del grupo).

d) Legibilidad

Las respuestas proporcionadas en la evocación de lectura revelan el grado de confusión que puede generar la lectura de un texto difícil. Bruner (1960) ha señalado la necesidad de reescribir los materiales de enseñanza y ajustarlos a las diferentes habilidades de los estudiantes.

El libro analizado resultó ser un medio de comunicación ineficaz, con poca claridad, con un nivel inadecuado para los estudiantes y no maneja ideas explicativas e integradoras. No corresponde a las características que Ausubel, Novak y Hanesian (1976) señalan como deseables para mejorar el desarrollo cognitivo de los estudiantes.

De manera indirecta, en el presente estudio se hicieron evidentes otros problemas que tienen los estudiantes, especialmente los relativos a los de caligrafía, ortografía y redacción.

El empleo de palabras poco comunes en el texto se manifestó como una de las principales fuentes de confusión. Dentro de esta categoría se encuentran tanto los términos científicos, como las palabras que los alumnos señalaron como difíciles. La inclusión innecesaria, o bien la introducción de lenguaje científico insuficientemente explicado parece propiciar las malinterpretaciones. En todos los ejercicios de evocación se detectó la insistencia en el ejemplo de

las jirafas. Aunque este ejemplo no fue totalmente aprovechado en el texto, se puede intuir que el manejo de buenos ejemplos incrementaría la comprensibilidad de la lectura.

Con respecto a los resultados obtenidos en las pruebas de legibilidad, se detectó el mejor rendimiento en el grupo A. Mientras que los niveles más bajo correspondieron al grupo C. Las diferencias de edad entre los alumnos de los tres grupos parecen influir de manera significativa, sin embargo el alcance del método empleado no permite explicar por qué.

La habilidad para comprender un texto podría relacionarse con la capacidad limitada de la memoria a corto plazo. En línea con los descubrimientos psicológicos generales de procesamiento de la información, se considera que la capacidad de almacenaje y recuperación de la información es de 7 ± 2 "pedazos" o piezas. Se ha demostrado que cuando se ofrecen a la vez muchas piezas (letras o palabras) de información, la memoria se recarga y la comprensión decrece (Johnstone y Kellet, 1980). Novak (1988b) sostiene que el límite de la capacidad de la memoria a corto plazo tiene varias implicaciones en la educación científica, concretamente en la organización de los materiales escritos. Es probable que exista una relación estrecha entre el límite de la capacidad de almacenamiento con la extensión de las palabras y de las oraciones empleadas para transmitir un mensaje escrito.

Algunos de los problemas de lectura visualizados en este estudio parecen ser producto de una falta de conocimiento del tópico. Sin embargo también podrían reflejar una carencia de habilidades para leer, como se ha sugerido en otros trabajos (Razak, 1989).

d) El libro de texto

Las teorías actuales sobre el aprendizaje y la lectura enfatizan la importancia de propiciar la interacción entre los conocimientos previos y los nuevos. Sin embargo, hasta el momento se han realizado pocos esfuerzos para disponer de materiales que cumplan esta condición.

De acuerdo a los datos obtenidos a partir del análisis del libro de texto, se puede afirmar que el libro analizado no promueve el aprendizaje significativo, pues no considera el desarrollo cognitivo de los estudiantes. Tampoco toma en cuenta factores indispensables tales como la como la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora.

Con respecto al uso de la argumentación histórica, Otero y Brincones (1987) encontraron que la presentación de la génesis de los conceptos mejora el aprendizaje significativo. De acuerdo con los autores, este tipo de aprendizaje puede facilitarse al poner de manifiesto la evolución histórica de los conceptos y la influencia del marco conceptual general en el que se desarrollan. Engel y Wood-Robinson (1985a), por su parte, también proponen una relación deliberada con el desarrollo histórico del pensamiento evolutivo. En el caso específico del libro investigado en este trabajo, la explicitación de la ruptura epistemológica entre el fijismo y el evolucionismo, podría funcionar como recurso para incrementar la comprensión de la teoría evolutiva.

En cuanto al uso del lenguaje en la comunicación escrita, Cuevas (1990) afirma que la posibilidad de conceptualizar está en estrecha relación con el desarrollo lingüístico. Enfatiza el papel fundamental del lenguaje en el proceso de adquisición de conceptos y señala que su uso no debería contribuir a entorpecer el aprendizaje de las ciencias. Este autor propone que los textos de ciencias se escriban considerando los preconceptos como punto de partida.

Al parecer la premura con la que se requirieron los materiales de apoyo para el programa emergente, fue una de las principales razones (no por ello justificadas) de las graves deficiencias que se revelaron en el libro analizado en este estudio.

6.3 CONCLUSIONES

En este estudio la legibilidad y el conocimiento previo de los estudiantes de primero de secundaria se revelaron como factores limitantes en el aprendizaje de la teoría evolutiva.

Los resultados obtenidos confirman la necesidad de reorientar el diseño de los materiales de lectura, así como los métodos de evaluación.

Los conocimientos previos

Los alumnos de primer año de secundaria tienen un conocimiento muy vago acerca de la evolución. La mayoría no alcanzan aún el nivel de abstracción necesario para la adquisición de los conceptos básicos y manejan sus ideas en el nivel de primeras nociones.

Las versiones personalizadas de los conceptos se manifestaron como indicio de un empleo indiferenciado y confuso, y se vieron fuertemente influidas por el lenguaje cotidiano del cual derivaron.

El lenguaje es considerado necesario en la construcción del conocimiento. Piaget sostiene que el lenguaje participa poderosamente en las abstracciones de orden superior. Al parecer, en este estudio, los participantes no han terminado de desarrollar el lenguaje requerido para obtener abstracciones secundarias.

Los conceptos presentados -considerados fundamentales para comprender la teoría evolutiva- no son reconocidos en su connotación y significado biológico. La mayoría de los estudiantes que participaron en la investigación los maneja a nivel de ejemplos (denotación) y del significado que tienen en el lenguaje natural, son conocimientos que sólo expresan el sentido común.

Por otra parte, la resistencia de los estudiantes para abandonar sus nociones erróneas se manifestó a lo largo de las diversas etapas, pero fue particularmente notoria durante las entrevistas.

El conocimiento que poseen los alumnos participantes se puede definir según palabras de Adeniyi (1985), como intuitivo, incompleto y erróneo. Por lo tanto, es claro que resulta insuficiente para promover el aprendizaje significativo de la teoría sintética de la evolución.

Con base en la información generada por medio de los tres instrumentos utilizados en este estudio, se hizo evidente el desfase que existe entre las expectativas de aprendizaje impuestas al escolar y sus capacidades reales. La ciencia reelaborada que se ofrece comúnmente a los estudiantes y el conocimiento conceptual modesto y privado que posee cada uno de ellos son tan diferentes que parecería que ninguna relación pueden guardar entre sí.

Una estrategia para reducir la distancia que separa a la ciencia del niño y la ciencia del libro de texto consistiría en rescatar las nociones familiares que poseen los alumnos y partir de ellas para lograr un aprendizaje más significativo y duradero.

En este estudio se identificó al libro de texto como uno de los muchos factores que dificultan el aprendizaje de la ciencia. Las demandas planteadas en los libros de texto -en términos del contenido y en nivel de lectura- resultan excesivas para las habilidades de los estudiantes que los usan.

El libro de texto empleado por los participantes en este estudio no posee un nivel adecuado en el manejo del lenguaje, los autores emplean un vocabulario denso y desconocido para la mayor parte de la población investigada. Además, la información que presenta no toma en cuenta las preconcepciones de los lectores, contiene errores conceptuales e induce a diversas concepciones equivocadas de la ciencia.

Los resultados obtenidos en este trabajo, pueden alertar a los profesores en relación a la necesidad de elegir un libro de texto más adecuado. Sería conveniente que -siempre que fuera posible- los alumnos tuvieran la oportunidad de entrar en contacto con los diversos materiales a elegir y realizaran junto con el profesor una o dos de las pruebas utilizadas en este trabajo.

El mensaje también va dirigido a los autores de libros de texto para niveles básicos, con el fin de que valoren y consideren las necesidades y características de los lectores para los cuales escriben.

Implicaciones pedagógicas

Esta investigación contribuye al reconocimiento de las capacidades y necesidades reales de los alumnos y de los problemas que se generan en torno al aprendizaje de los conceptos presentados.

Los resultados obtenidos tienen implicaciones inmediatas, puesto que el reconocimiento de las interpretaciones que sostienen los alumnos, puede proporcionar un punto de referencia para la enseñanza de la evolución en la escuela secundaria.

De acuerdo con los principios de adquisición del conocimiento propuestos por Piaget y Ausubel, el conocimiento previo determina lo que un sujeto puede aprender. Hewson y Hewson (1983) afirman que las ideas previas pueden ser la clave de la instrucción exitosa si son consideradas explícitamente. Por lo tanto, las ideas reveladas en este estudio pueden servir para trazar una secuencia de actividades que favorezcan el aprendizaje significativo. En este sentido, la propuesta didáctica de Castañeda (1987) y Huerta (1977) podría resultar una estrategia útil.

Es importante considerar que para muchos de los estudiantes resulta abrumador adquirir un nuevo lenguaje (el científico) y además comprender los sucesos desde una perspectiva distinta a la que están acostumbrados, por lo que es preciso ofrecerles los recursos y el tiempo suficiente para lograrlo.

Por otra parte, aunque la apropiación del conocimiento científico requiere que se ligen y relacionen muchos conceptos, los alumnos no han adquirido esta habilidad porque esta práctica no es promovida por los métodos tradicionales. En este sentido se puede decir que, con base en sus

experiencias de la escuela primaria, los alumnos no pueden establecer las relaciones que existen entre sus conocimientos sobre la evolución biológica. Esto podría deberse (entre otras cosas) a que: primero, no se le prepara especialmente para ello. Segundo, en la enseñanza de la ciencia se enfatiza exageradamente el detalle de los contenidos y se pierden de vista los conceptos estructurantes. Tercero, los métodos empleados para la evaluación del conocimiento, refuerzan su fragmentación.

Aquí es necesario destacar el hecho de que el empleo de técnicas no convencionales, especialmente en la evaluación, muchas veces son desaprovechadas porque los profesores necesitan disponer de tiempo y práctica suficiente para su conocimiento y valoración. También es posible que las dificultades surjan porque no existen suficientes materiales de apoyo curricular u otros recursos accesibles. Tal vez esta situación podría mejorarse con una actualización permanente del magisterio.

Los instrumentos empleados en la parte empírica de este estudio (especialmente las pruebas de asociación y los mapas conceptuales) podrían utilizarse para incrementar la efectividad del aprendizaje de la ciencia.

Es importante que el profesor tenga presente que la mayoría de los estudiantes poseen un conocimiento conceptual limitado y que cada grupo escolar representa una especie de mosaico de habilidades y necesidades individuales que es preciso atender. Esto apunta necesariamente a un cambio en los métodos de enseñanza y es consistente con lo expresado por Guillén (1994), quien afirma que el problema de la enseñanza de la evolución es más de estrategia didáctica que de complejidad conceptual.

Perspectivas

La influencia de otro factor importante, como lo es la diversidad de ámbitos escolares (sectores privado, público o local), podría ser una investigación complementaria de este trabajo.

Sería interesante realizar un seguimiento de la misma muestra y averiguar si existe progresión en los niveles detectados, tanto de conocimiento como de lectura, cuando se utiliza un material escrito diseñado especialmente para promover el aprendizaje significativo.

También se podría diseñar una estrategia didáctica (con base en la propuesta presentada en el apartado 1.6 del primer capítulo de este trabajo), que promueva el aprendizaje significativo de los conceptos científicos.

BIBLIOGRAFIA

- ABERCROMBIE, M. (1970). Diccionario de Biología. Ed. Labor, Barcelona.
- ADENIYI, Ola E. (1985). "Misconceptions of selected ecological concepts held by some Nigerian students". *Journal of Biological Education* 19(4):311-316.
- AKINSOLA, Peter; JEGEDE, Olugbemiro J. (1988). "Cognitive preference and learning mode as determinants of meaningful learning through concept mapping". *Science Education* 72(4):489-500.
- ALVERMANN, Donna E.; SMITH, Lynn C.; READENCE, John E. (1985). "Prior knowledge activation and the comprehension of compatible and incompatible text". *Reading Research Quarterly* XX(4): 420-436.
- ANDERSON, O. Roger; BOTICELLI, Steven (1990). "Quantitative analysis of content organization in some biology texts varying in textual composition". *Science Education* 74(2):167-182.
- ARFOUILLOUX, Jean Claude (1977). *La entrevista con el niño. El acercamiento al niño mediante el diálogo, el juego y el dibujo*. Ediciones Morata, Madrid.
- ASTOLFI, J.P. (1988). "El aprendizaje de conceptos científicos: aspectos epistemológicos, cognitivos y lingüísticos" *Enseñanza de las Ciencias* 6(2):147-155.
- AUSUBEL, David, NOVAK, Joseph, HANESIAN, Helen (1976). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Trillas, México.
- AZENCOT, Moshe; BLUM, Abraham (1985). "Prior knowledge activation and the comprehension of compatible and incompatible text". *Reading Research Quarterly* XX(4):420-436.
- BALDWIN, Scott R.; PELEG-BRUCKNER, Ziva; McCLINTOC, Ann (1985). "Effects of topic interest and prior knowledge on reading comprehension". *Reading Research Quarterly* XX(4):497-504.
- BARRASS, Robert (1979). "Vocabulary for introductory courses in biology: necessary, unnecessary and misleading terms". *Journal of Biological Education* 13(3):179-191.
- BARRASS, Robert (1984). "Some misconceptions and misunderstandings perpetuated by teachers and textbooks of biology". *Journal of Biological Education* 18(3):201-206.
- BARROW, Lloyd (1979). "Close encounters of biology and reading". *The American Biology Teacher* 41(5):307-308.
- BONFIL, Martín; TAPPAN, Martha (1993). "Los términos científicos: su nacimiento y comportamiento en sociedad". *Ciencia* 44(2):253-267.
- BOYES, Edward; STANISSREET, Martin (1991). "Misconception in first-year undergraduate science students about energy sources for living organisms". *Journal of Biological Education* 25(3):209-213.

- BRITTON, Bruce; GLYNN, Shawn M.; MEYER, Bonnie J.F.; PENLAND, M.J. (1982). "Effects of text structure on use of cognitive capacity during reading". *Journal of Educational Psychology* 74(1):51-61.
- BRUMBY, Margaret (1979). "Problems in learning the concept of natural selection". *Journal of Biological Education* 13(2):119-122.
- BRUMBY, Margaret; GARRARD, Jan; AUMAN, Jane (1985). "Students' perceptions of the concept of health". *European Journal of Science Education* 7(3):307-323.
- BRUNER, Jerome (1960). *The process of education*. Harvard University Press, USA.
- CAAMAÑO, A. (1988). "Tendencias actuales en el currículo de ciencias". *Enseñanza de las Ciencias* 6(3):265-277.
- CANDELA, Antonia (1990). La necesidad de entender; explicar y argumentar: los alumnos de primaria en la actividad experimental. TESIS para obtener el grado de M. en C. en la especialidad de educación. DIE CINVESTAV-IPN.
- CARRETERO, Mario (1987). "A la búsqueda de la génesis del método científico: un estudio sobre la capacidad de eliminar hipótesis". *Infancia y Aprendizaje* 38:53-68.
- CARRICK, Tessa (1977). "A comparison of recently published biology textbooks for first examinations". *Journal of Biological Education* 11(3):163-175.
- CARRICK, Tessa (1978). "Problems of assessing the readability of biology textbooks for first examinations". *Journal of Biological Education* 12(2):113-122.
- CARRICK, Tessa (1982). "More new textbooks for first examinations in biology". *Journal of Biological Education* 16(4):253-264.
- CASTAÑEDA, Margarita (1987). *Análisis del Aprendizaje de conceptos y procedimientos*. Trillas, México.
- COLEMAN, William (1971). *La Biología en el siglo XIX. Problemas de forma, función y transformación*. Fondo de Cultura Económica, México.
- COLL, César (1987). *Psicología y currículum*. Paidós, México.
- COLLOCOT, M.A. (1979). *Diccionario Científico y Tecnológico*. Chambers. Omega, Barcelona.
- CORRIPIO, Fernando (1973). *Diccionario Etimológico General de la Lengua Castellana*. Ediciones B, México.
- CUEVAS, Santelices (1990). "La comprensión de lectura en textos de ciencias naturales". *Enseñanza de las Ciencias* 8(1):59-64.
- D'PERETTI, André (1993). "Formación de formadores y actualización de profesores". Conferencia pronunciada el 9 de diciembre de 1993. Colegio Simón Bolívar, México.
- DELVAL, Juan (1983). *Creecer y pensar*. Paidós, México.
- DICCIONARIO DE LA REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (1984). Vigésima edición, tomo I.

- DOBZHANSKY, Theodosius (1973). "Nothing in biology makes sense except in the light of evolution". *American Biology Teacher* 35(3):125-129.
- DORAN, Rodney; SHEARD, Doris (1974). "Analysing science textbooks". *School Science and Mathematics* LXXIV(1):31-37.
- DRIVER, Rosalyn (1986). "Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos". *Enseñanza de las Ciencias* 4(1):3.15.
- DRIVER, Rosalyn (1988a). "Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias". *Enseñanza de las Ciencias* 6(2):109-120.
- DRIVER, Rosalyn (1988b). "From theory to practice"
 en: BROWN, Joan et. al (eds.). *Science in Schools*. Open University Press, Philadelphia.
- ENGEL, Elizabeth; WOO-ROBINSON, Colin (1985a). "How secondary students interpret instances of biological adaptation". *Journal of Biological Education* 19(2).
- ENGEL, Elizabeth; WOO-ROBINSON, Colin (1985b). "Children's understanding of inheritance". *Journal of Biological Education* 19(4):304-310.
- ENTWISTLE, Noel (1988). *La comprensión del aprendizaje en el aula*. Paidós, Barcelona.
- EVANS, Daryll (1976). "The treatment of technical vocabulary in textbooks of biology". *Journal of Biological Education* 10(1):19-30.
- EVANS, Daryll (1978). "Putting names to concepts in biology". *Journal of Biological Education* 12(4):261-266.
- FINLEY, Fred N. (1983). "Students recall from science text". *Journal of Research in Science Teaching* 20(3):247-259.
- FUTUYMA, Douglas (1979). *Evolutionary Biology*. Sinauer, USA.
- GAGLIARDI, R. (1986). "Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación". *Enseñanza de las Ciencias* 4(1):30-35.
- GABEL, Dorothy (1980). "A summary of research in science education -1978". *Science Education* 64(4).
- GARCIA, W.F. (1977). "Assessing readability for Spanish as a second Language: The Fry Graph and "cloze" procedure". *Dissertation Abstracts* 38: 136A.
- GIL, Daniel; CARRASCOSA, Jaime (1985). "Science learning as a conceptual and methodological change". *European Journal of Science Education* 7(3):231-236.
- GILBERT, C.D. (1973). "An examination of readability levels for selected basic science texts". *School Science and Mathematics* 13(9):747-758.
- GILBERT, J.; OSBORNE, R.; FENSHAM, P. (1986). "Children's science and its consequences for teaching".
 en: BROWN, Joan et. al (eds.). *Science in Schools*. Open University Press, Philadelphia.
- GOMEZ-POMPA, Arturo (1970). "La biología y sus métodos de enseñanza". *Biología* 1(3):3-5.

- GOTTFRIED, Sandra; KYLE, William (1992). "Textbook use and the biology Education desired state". *Journal of Research in Science Teaching* 29(1):35-49.
- GOULD, C. D. (1977). "The readability of school biology textbooks". *Journal of Biological Education* 11(4):248-252.
- GRAHAM, W. (1977). "Readability and science textbooks". *School Science Review* 59(208):545-550.
- GRANADOS, Elvira (1982). Las Ciencias Naturales en educación secundaria. Departamento de Investigaciones Educativas, CINVESTAV, México.
- GUEVARA NIEBLA, G. (1991). "México: ¿Un país de reprobados?". *Nexos* XIV (162).
- GUILLÉN, Fedro Carlos (1994). "Problemas asociados a la enseñanza de la evolución en la escuela secundaria: algunas sugerencias". Material no publicado.
- GUTIÉRREZ-VAZQUEZ, Juan Manuel (1982). "Cuatro ideas sobre la enseñanza de la ciencia en la educación básica". *Biología* 1-4(12):37-40.
- GUTIÉRREZ-VAZQUEZ, Juan Manuel (1988). "Reflexión sobre la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela primaria"
en: *Introducción a la Historia de la Ciencia y su Enseñanza*. Antología. Universidad Pedagógica Nacional, México, págs. 230-240.
- HEINZE-FRY, Jane; NOVAK, Joseph (1990). "Concept mapping brings long-term movement toward meaningful learning". *Science Education* 74(4):461-472.
- HEWSON, Mariana; HEWSON, Peter (1983). "Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning". *Journal of Research in Science Teaching* 20(8):731-743.
- HUERTA, José (1977). *Organización psicológica de las experiencias de aprendizaje*. Trillas, México.
- JOHNSTONE, A.H.; KELLET, N.C. (1980). "Learning difficulties in school science -towards a working hypothesis". *European Journal of Science Education* 2(2):175-181.
- JOHNSTONE, A.H.; MAHMOUD, N.A. (1980). "Isolating topics of high perceived difficulty in school biology". *Journal of Biological Education* 14(2):163-166.
- KUHN, Thomas S. (1980). "Los paradigmas científicos" en: BARNES, B. (1980). *Estudios sobre la sociología de la ciencia*. Alianza, Madrid. Capítulo 4:79-101.
- KUHN, Thomas S. (1982). *La tensión esencial. Estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia*. CONACYT FCE, México.
- LEHMAN, J.D.; CARTER, C.; KAHLE, J.B. (1985). "Concept mapping, Vee mapping, and achievement: results of a field study with black high school students. *Journal of Research in Science Teaching* 22(7):663-674.

- LEONARD, William; LOWERY, Lawrence (1976). "A criterion for biology textbook selection". *American Biology Teacher* 38:477-479.
- LEONARD, William; LOWERY, Lawrence (1984). "The effects of question types in textual reading upon retention of biology concepts". *Journal of Research in Science Teaching* 21(4):377-384.
- LONGDEN, Bernard (1982). "Genetics -are there inherent learning difficulties". *Journal of Biological Education* 16(2):135-140.
- LYNCH, P.P.; STRUBE, P. (1985). "What is the purpose of the science textbook? A study of author's prefaces since the mid-nineteenth century". *European Journal of Science Education* 7(2):121-130.
- LOWERY, Lawrence; LEONARD, William (1978). "Development and method for use an instrument designed to assess textbook questioning style". *School Science and Mathematics LXXVIII(5) Whole* 687:393-400.
- MACEDO, B.; SOUSSAN, G. (1985). "Estudio de los conocimientos pre-adquiridos sobre las nociones de calor y temperatura en alumnos de 10 a 15 años". *Enseñanza de las Ciencias* 3(2):83-90.
- MARKS, Carolyn B.; DOCTOROW, Marleen; WITTRUCK, M.C. (1974). "Word frequency and reading comprehension". *The Journal of Educational Research* 67 (6):259-262.
- MARTINEZ, Mercedes; CORTES, Leticia; LUJAN, Enrique (1992). *Las maravillas de la Biología*. Ediciones Pedagógicas, México.
- MASON, Stephen F. (1988). *Historia de las Ciencias 4. La Ciencia del siglo XIX*. Alianza, Madrid.
- MAYR, Ernst (1978). "La evolución". *Investigación y Ciencia* No. 26:7-16.
- MAYR, Ernst (1982). *The Growth of Biological Thought*. Harvard University Press, Cambridge.
- MAYR, Ernst (1987). Algunas ideas sobre la historia de la síntesis evolutiva. Edición y traducción de Adolfo Olea Franco y Francisco Castro Rivera. Facultad de Ciencias UNAM.
- MCLEOD, Richard (1979). "Selecting a textbook for good science teaching". *Science and Children* :14-15.
- MERTENS, Thomas (1979). "The role of factual knowledge in biology teaching". *The American Biology Teacher* 41(7):391 y 419.
- MEYER, Linda A.; CRUMMEY; GREER (1988). "Elementary science textbooks: their contents, text characteristics, and comprehensibility". *Journal of Research in Science Teaching* 25(6):435-463.
- MOREIRA, M.A.; NOVAK, Joseph (1988). "Investigación en enseñanza de las ciencias en la Universidad de Cornell: esquemas teóricos, cuestiones centrales y abordajes metodológicos". *Enseñanza de las Ciencias* 6(1):3-18.

- MORENO, M. (1986). "Ciencia y construcción del pensamiento". *Enseñanza de las Ciencias* 4(1):57-63.
- MORLES, Armando (1981). "Medición de la comprensibilidad de materiales escritos mediante pruebas 'cloze' ". *Lectura y Vida*. Año II(4):16-18.
- NOVAK, Joseph (1978). "El proceso de aprendizaje y la efectividad de los métodos de enseñanza". *Perfiles Educativos*. No.1:10-31.
- NOVAK, Joseph (1979). "Applying psychology and philosophy to the improvement of laboratory teaching". *The American Biology Teacher* 41(8):466-470.
- NOVAK, Joseph (1982). *Teoría y práctica de la educación*. Alianza, Madrid.
- NOVAK, Joseph (1988a). "Constructivismo humano un consenso emergente". *Enseñanza de las Ciencias* 6(3):213-223.
- NOVAK, Joseph (1988b). "Learning science and the science of learning". *Studies in Science Education* 15:77-101.
- NOVAK, Joseph; GOWIN, D.Bob (1988). *Aprendiendo a aprender*. Ediciones Martínez Roca, España.
- O-SAKY, Kalafunja; SAMIRODEN, W.D. (1990). "Children's conceptions of 'living' and 'dead' ". *Journal of Biological Education* 24(3):199-207.
- OTERO, J. (1990). "Variables cognitivas y metacognitivas en la comprensión de textos científicos: el papel de los esquemas y el control de la propia comprensión". *Enseñanza de las Ciencias* 8(1):17-22.
- OTERO, José; BRINCONES, Isabel (1987). "El aprendizaje significativo de la segunda ley de la termodinámica". *Infancia y Aprendizaje* 38:89-107.
- PACE, G.M. (1982). "El verdadero y el falso Darwin". *Gaceta Asuntos del Personal Académico UNAM*. 1(10):1-5.
- PARKER, Sybil (ed.) (1991). *Diccionario McGraw-Hill de Biología*. Tomo I.
- PENICK, John; YAGER, R. (1986). "Trends in science education: some observations of exemplary programmes in the United States". *European Journal of Science Education* 8(1):1-8.
- PIAGET, Jean (1933). *La representación del mundo en el niño*. Morata, Madrid.
- PIAGET, Jean (1969a). *Biología y conocimiento*. Siglo XXI, México.
- PIAGET, Jean (1969 b). *Psicología y Pedagogía*. Ed. Ariel.
- PIAGET, Jean; GARCIA, Rolando (1982). *Psicogénesis e Historia de la Ciencia*. Siglo XXI, México.
- PIEDRA, Barandiaran (1988). "El modelo de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias". *Enseñanza de las Ciencias* 6(2):167-178.

- POSNER, George (1979). "Instrumentos para la investigación y desarrollo del currículo: aportaciones potenciales de la ciencia cognoscitiva". *Perfiles Educativos* No.6:17-40.
- POSNER, George; STRIKE, Kennet A.; HEWSON, Peter W.; GERTZOG, William A. (1982). "Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change". *Science Education* 66(2):211-227.
- POZO, Juan Ignacio (1987a). "La historia se repite: las concepciones espontáneas sobre el movimiento y la gravedad". *Infancia y Aprendizaje* 38:69-87.
- POZO, Juan Ignacio (1987b). "Y sin embargo se puede enseñar ciencia". *Infancia y Aprendizaje* 38:109-113.
- POZO, Juan Ignacio; CARRETERO, Mario (1987). "Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas; ¿Qué cambia en la enseñanza de la ciencia?". *Infancia y Aprendizaje* 38:35-52.
- PROSSER, Michael (1979). "Cognitive analysis of physics textbooks at the tertiary or College level". *Science Education* 63(5):677-683.
- RAZAK, Dale (1989). "Analysis of form four chemistry and biology textbooks written in Malay with recomendations for reading instructional practics". *Dissertation Abstracts International* 50(5):1265A November.
- REID, D.J. and MILLER, J.A. (1980). "Pupils perception of biological pictures and its implications for readability studies of biology textbooks". *Journal of Biological Education* 14(1):59-69.
- RODRIGUEZ TRUJILLO, Nelson (1978). "Adaptation of the cloze procedure to the Spanish Language". *Dissertation Abstracts* 38:7191A.
- RODRIGUEZ TRUJILLO, Nelson (1980). "Determinación de la comprensibilidad de materiales de lectura por medio de variables lingüísticas". *Lectura y Vida* 1:29-32.
- RODRIGUEZ TRUJILLO, Nelson (1983). "El procedimiento 'cloze' un procedimiento para evaluar la comprensión de lectura y la complejidad de materiales". *Lectura y Vida*. Año IV(3):4-13.
- RUIZ, Rosaura (1990a). *Evolución I. Jean Baptiste Lamarck. La primera teoría evolutiva*. UNAM.
- RUIZ, Rosaura (1990b). *Evolución II. Charles Darwin. La teoría moderna de la evolución*. UNAM.
- RUTHERFORD, James F.; AHLGREN, Andrew (1989). *Science for all Americans*. Oxford University Press, USA.
- RYMAN, D. (1974). "Childrens' understanding of the clasification of living organisms". *Journal of Biological Education* 8(3):140-144.
- SALTIEL, E.; VIENNOT, L.(1985). "Qué aprendemos de las semejanzas entre las ideas históricas y el razonamiento espontáneo de los estudiantes?" *Enseñanza de las Ciencias* 3(2):137-144.
- SARUKHAN, José (1988). *Las musas de Darwin*. SEP-FCE, México.

- SAWYER, Mary H. (1991). "A review of research in revising instructional text". *Journal of Reading Behavior* XXIII(3):307-333.
- SEBASTIA, José M. (1984). "Fuerza y movimiento: la interpretación de los estudiantes". *Enseñanza de las Ciencias* 2(3):161-169.
- SEP-CONALTE (1928). Programas de Educación Secundaria. SEP, México.
- SEP-CONALTE (1939). Ciencias Biológicas. SEP, México.
- SEP-CONALTE (1946). Programas de biología para las escuelas de segunda enseñanza. SEP, México.
- SEP-CONALTE (1964). Plan y programas de las escuelas secundarias. SEP, México.
- SEP-CONALTE (1975) Programa de Biología. Primer grado. Educación Media Básica. SEP, México.
- SEP (1990). Programa Nacional de Biología. Primer año de secundaria. Prueba operativa 1990-1991.
- SEP (1992). Programas de estudio por asignaturas. Primer grado. Educación secundaria. SEP, México.
- SHAMI, Mohammad; HERSHKOWITZ, Martin (1978). "Goals of Public Education: "scientific concepts" in relation to "solution of real life problems". *School Science and Mathematics* LXXVIII (1) Whole 683: 71-75.
- SÉRÉ, Marie-Geneviève (1986). "Children conceptions of the gaseous state, prior to teaching". *European Journal of Science Education* 8(4):413-425.
- SHIMANSKY, James; KYLE, William (1988). "A summary of research in science education -1986". *Science Education* 72(3):371.
- SHUARD, Hilari; ROTHERY, Andrew (1984). *Children Reading Mathematics*. John Murray Pub., Great Britain.
- SHUELL, Thomas (1987). "Cognitive psychology and conceptual change: implications for teaching science". *Science Education* 71(2):239-250.
- STEIN, Howard (1979). "The college general textbook: a look at the species". *The American Biology Teacher* 41(8):492.
- STENSVOLD, Mark; WILSON, John (1990). "The interaction of verbal ability with concept mapping in learning from a chemistry laboratory activity". *Science Education* 74(4):473-480.
- STEWART, James (1985). "Cognitive science and science education". *European Journal of Science Education* 7(1):1-17.
- STEWART, James; VANKIRK, Judith; ROWELL, Richard (1979). "Concept maps: a tool for use in biology teaching". *The American Biology Teacher* 41(3):171-175.

- STINNER, Arthur (1992). "Science textbooks and science teaching: from the logic to evidence". *Science Education* 76(1):
- SUTTON, Clive R (1980). "The learner's prior knowledge: a critical review of techniques for probing its organization". *European Journal of Science Education* 2(2):107-120.
- TIRADO, Felipe (1993). Evaluación de la Educación Básica con posgraduados. *Antología*, Sexto Encuentro Pedagógico Carmen Meda, Colegio Madrid, México.
- VYGOTSKY, L.S. *Pensamiento y Lenguaje*. Alfa y Omega, Ediciones Quinto Sol, México.
- WANDERSEE, James (1988). "Ways students read texts". *Journal of Research in Science Teaching* 25(1):69-84.
- WELLS, Debora; Rayford, Lawrence (1987). "Activating background knowledge in reading comprehension assessment. *Reading Research Quarterly* XXII(2):160-175.
- WOOD, Terry; WOOD, William (1988). "Assessing potential difficulties in comprehending fourth grade science textbooks". *Science Education* 72(5):561-574.
- WOODWARD, Arthur (1987). "Textbooks. Less than meets the eye". *Journal of Curriculum Studies* 19(6):511-526.
- WRIGHT, Arthur (1987). "The effect of reduced readability text materials on comprehension and biology achievement". *Science Education* 66(1):3-13.
- YAGER, R.E.; PENICK, J.E. (1983). "Analysis of the current problems with school science in the United States of America". *European Journal of Science Education* 5(4):463-469.
- ZAKALUK, Beverley; SAMUELS, Jay S.(1988). *Readability. Its past, present and future*. International Reading Association.
- ZAKALUK, Beverley L.; SAMUELS, Jay S.; TAYLOR, Barbara (1986). "A simple technique for estimating prior knowledge: word association". *Journal of Reading* 30:56-60.

ANEXO 1

El Programa Emergente

Dentro del Programa de Modernización se elaboraron nuevos programas, para el primer grado de enseñanza secundaria durante el ciclo escolar 1992-1993.

Según lo establecido en el Programa Emergente de Biología 1992-1993, lo que se presentaba al profesor era "una selección de contenidos ordenados de forma lógica y psicológica", con la cual se pretendía que los estudiantes pudieran "explicarse algunos fenómenos naturales en su contexto cotidiano a partir de los conocimientos teóricos que adquieran". De igual manera se esperaba que desarrollaran "habilidades y destrezas para la investigación de la realidad, con el fin de intervenir en ella de una manera positiva y racional".

En cuanto al enfoque se proponía una correspondencia entre los contenidos y la naturaleza de la ciencia. Debido a que la asignatura de Biología se presentaba antes que física y química, se consideraba que debía "sentar las bases para las ciencias que se cubrirían en los siguientes grados de la secundaria".

En los objetivos se proponía "promover cambios en los aspectos de conocimiento y formación de los estudiantes, a fin de que su participación sea reflexiva, crítica y creativa".

En los lineamientos didácticos se pretendía enfatizar el papel activo del estudiante.

También se sugiere que la evaluación sea un proceso continuo, que parta de las diferencias individuales del alumno y que esté en función del proceso constructivo del conocimiento.

Objetivos

Que el alumno:

1. Advierta que en la naturaleza existe una gran diversidad de formas, estructuras y funciones de la materia viva, y que comprenda que la biología es la ciencia que estudia el mundo de los seres vivos.
2. Utilice los procedimientos del método experimental en la solución de problemas y comprenda su importancia.
3. Identifique a la célula como una unidad estructural y funcional de los seres vivos, y comprenda cómo se organiza en niveles más complejos.
4. Comprenda que el cuerpo presenta una organización que corresponde a un nivel de complejidad mayor entre los seres vivos.
5. Reconozca las funciones que realizan los seres vivos para mantener la vida, en particular las de su propio organismo.
6. Valore la importancia del funcionamiento adecuado de su cuerpo.

7. Comprenda los mecanismos que aseguran la continuidad y transformación de los seres vivos, así como el proceso de evolución orgánica.
8. Entienda que el hombre es producto de los procesos de evolución y está sujeto a ellos.
9. Desarrolle a través del conocimiento de su cuerpo, hábitos, actitudes, destrezas y valores que le permitan conservar su salud física y mental.
10. Se convierta en promotor de la salud dentro de su núcleo familiar y su comunidad.

En el Programa Emergente de Biología los contenidos se organizaron en 5 unidades temáticas, 20 temas y 53 subtemas:

Unidad I. Diversidad. El mundo vivo y la ciencia que lo estudia. Contiene 2 temas y 6 subtemas. Representa el 11.3%.

Unidad II. Células, tejidos y órganos. 5 temas con 21 subtemas. Representa el 39.6%.

Unidad III. Unicidad. Funciones biológicas. 2 temas desglosados en 7. Representa el 13.2%.

Unidad IV. Continuidad y Transformación. Herencia y Evolución Se desarrolla en 5 temas que a su vez se desglosan en 12. Representa el 22.6%, del cual sólo el 3.7% corresponde al tema de la evolución.

Unidad V. Dinamicidad y Salud humana. 6 temas desglosados en 7. Representa el 13.2%.

A partir del análisis del listado de los temas destacan dos situaciones: por un lado, existe una desproporción acentuada en cuanto a la cantidad de temas sobre los niveles de organización celular y aspectos funcionales, que representan el 52.8%. Por otro lado, se aprecia discontinuidad entre los contenidos de una a otra unidad. La más evidente (en función de los propósitos de este trabajo) es la que se observa entre los que anteceden y preceden a la unidad en donde se aborda el tema de la evolución biológica. Este tema es de importancia básica, pero parece estar ubicado fuera de lugar. No se le reconoce como el tema totalizador y unificador que es, a partir del cual debieran generarse todas las demás explicaciones biológicas.

Los contenidos de los programas son presentados de una manera muy restringida, proporcionan parcialmente la lógica interna de la disciplina y no consideran su significación psicopedagógica.

El conocimiento se apoya principalmente sobre los hechos, conceptos o sucesos aislados, sin que se establezcan las relaciones que hay entre ellos.

En cuanto a la operatividad de los programas, el conjunto de contenidos propuesto es abrumadoramente extenso como para que pueda desarrollarse de manera efectiva en tres horas de trabajo semanal.

ANEXO 2

El significado de los términos

A fin de contar con un punto de referencia que permitiera la comparación entre las respuestas proporcionadas y lo que se esperaba de los alumnos, fue necesario precisar el significado de los términos "adaptación", "evolución", "extinción", "fósil", "reproducción", y "sobrevivencia". Con esta idea se realizó la siguiente consulta en diversas fuentes especializadas:

- la etimología de las palabras
- la manera como se presentan en el libro de texto gratuito de sexto año de la escuela primaria
- el significado común de los términos en el diccionario de la Real Academia Española
- el significado que se proporciona en un diccionario especializado de biología. Los datos obtenidos se presentan a continuación:

Etimología de los términos presentados

Adaptación

Latín *ad*: a y *aptare*: acomodar. Siglo XV. Ajustar.

Evolución

Latín *evolutio -onis*; de *evolvere*: desarrollar. Siglo XVII. Desarrollo gradual de los organismos o las cosas; maniobra de tropas.

Extinción

Extinguir. Latín *extinguere*: apagar. Siglo XVI. Concluir; apagar.

Fósil

Latín *fossilis*, de *fodere*: cavar. Siglo XIII. Fragmento orgánico petrificado.

Reproducción

Derivado de *re* y *producir*. Latín *re*: preposición inseparable que indica repetición, resistencia, negación. Producir, latín *producere*: llevar, criar. Siglo XV. Crear, originar.

Sobrevivencia

Derivado de *sobre* y *vivir*. Sobre latín *super*: sobre. Siglo X. Encima de. Vivir, latín *vivere*: vivir. Siglo X. Estar en vida; durar, residir en un lugar.

Libro de texto gratuito de ciencias naturales. Sexto grado

En el libro se proporcionan las explicaciones de cada término y se ilustran con varios ejemplos. También se incluyen actividades previas a la explicación y se formulan alguna. A continuación presentamos los textos en los que se alude a las palabras seleccionadas:

"Por el estudio de los fósiles, sabemos que en épocas pasadas existieron plantas y animales diferentes a las que encontramos hoy".

Después se presenta la primera "investigación" del capítulo, la actividad sugerida consiste en simular la fosilización por medio de la impresión. Al final de la experiencia dice "De manera semejante se formaron algunas huellas de diversos seres vivos que existieron en el pasado"

Posteriormente se describen los ejemplos ilustrados.

La planta que dejó la impresión que vemos a la derecha, murió hace millones de años y se cubrió de lodo. A través del tiempo, el lodo se convirtió en roca, donde quedó grabada la impresión de la planta. Este fósil nos muestra un tipo de helecho que ya no existe.

En vez de descomponerse en el suelo, el esqueleto del dinosaurio que se ve abajo, fue sustituido químicamente por otra sustancia muy dura. A los huesos así endurecidos, también se les llama fósiles, y nos muestran cómo eran esos animales gigantes que vivieron hace millones de años.

Se presentan los dibujos de esqueletos de los caballos y sus ancestros y los dibujos de dos cráneos de ancestros humanos y el del hombre actual, se interroga acerca de las diferencias observadas.

A continuación se define la evolución biológica:

"Se llama evolución a los cambios que se presentan en los diferentes seres vivos a lo largo de las generaciones sucesivas".

Después se hace referencia al siglo pasado para ubicar las investigaciones de Carlos Darwin.

Se sugiere una actividad con la que se supone se facilitará la comprensión del proceso de la selección natural (que se explica en función de la adaptación y la sobrevivencia de los organismos).

"De manera semejante, en la naturaleza, los animales y plantas que tienen algunas características que les permiten confundirse con su medio, subsisten más fácilmente".

Se ilustran tres ejemplos con fotografías correspondientes a animales con forma de espinas, un insecto con la forma y el color de una hoja y dos abejas durante la polinización.

Se continúa con la explicación:

"Cuando las características de un ser vivo le ayudan a sobrevivir en su medio, decimos que está bien adaptado.

Hemos visto dos ejemplos de adaptación en los que el organismo se confunde con su medio; pero existen muchas otras formas diferentes de adaptación, como la que observa en el tercer ejemplo.

Muchos animales del desierto permanecen en sus madrigueras durante el día y se vuelven más activos durante la noche".

Se presenta una fotografía del desierto.

En las costas, hay zonas que permanecen cubiertas con el agua durante la marea alta y quedan al aire libre cuando baja la marea. Los animales que viven ahí pueden salir de sus cubiertas, cuando hay marea alta o encerrarse en ellas durante la marea baja.

¿Qué ventaja les da poderse encerrar en su cubierta?

Los seres a su medio tienen más posibilidades de sobrevivir y reproducirse.

Posteriormente se introduce la idea de variabilidad, se ejemplifica con las jirafas y luego continúa la explicación:

"Lo mismo pasa con todas las plantas y los animales. Los que están mejor adaptados tienen mayores posibilidades de vivir más tiempo y de tener descendencia".

Aquí se explicita el concepto de reproducción:

"Probablemente los que no están bien adaptados se mueran antes de reproducirse. Así los rasgos de los mejor adaptados pasan a sus hijos, lo cual da lugar a cambios en las características de la población a través de muchos años".

Después de referirse a la selección natural se explica el proceso de extinción biológica:

"A veces, el ambiente cambia tanto que pocos seres vivos de una población, tienen la capacidad de adaptarse a las nuevas condiciones y sobrevivir. Así, por ejemplo, hace millones de años hubo cambios climáticos muy grandes, que provocaron la desaparición de muchas plantas y animales. El alimento tanto para herbívoros como para carnívoros escaseó mucho. Es posible que debido a esto, hayan desaparecido los dinosaurios que vivían entonces, ya que por su gran tamaño requerían de una enorme cantidad de comida para sobrevivir".

Esta página se ilustra con la fotografía de un quetzal y se hace referencia a la influencia que puede ejercer el hombre sobre algunos animales.

Después se mencionan otros ejemplos tales como el incremento de la tolerancia al DDT en las moscas; la caza de ballenas que las ha llevado al peligro de extinción; la mejora de cultivos, también se ilustran con fotografías.

Diccionario de la Real Academia

Adaptación

Acción y efecto de adaptar o adaptarse. Acomodar, ajustar una cosa a la otra. Zool. Proceso por el que un animal se acomoda al medio ambiente y a los cambios de éste.

Fósil

Adj. Aplícase a la sustancia de origen orgánico más o menos petrificada, que por causas naturales se encuentra en las capas terrestres. Por extensión, dicese de la impresión.

vestigio o molde que denota la existencia de organismos que no son de la época geológica actual. Viejo anticuado.

Reproducción

Acción y efecto de reproducir o reproducirse. Cosa que reproduce o copia un original. Copia de un texto, una obra u objeto de arte conseguida por medios mecánicos.

Sobrevivencia

Vivir uno después de la muerte de otro o después de un determinado suceso o plazo.

Evolución

Acción y efecto de evolucionar. Desarrollo de las cosas o de los organismos, por medio del cual pasan gradualmente de un estado a otro. Transformaciones sucesivas de una sola realidad. Cambio de forma.

Extinción

Acción y efecto de extinguir o extinguirse. Hacer que cese el fuego o la luz. Hacer que cesen o acaben del todo ciertas cosas que desaparecen gradualmente como un sonido, un afecto, una vida.

Diccionario de biología

Adaptación

1. Evolutiva. Todo carácter de un organismo vivo que aumente las posibilidades de supervivencia y de dejar descendencia en el medio que habita, en comparación con las posibilidades de los organismos similares que carecen de dicho carácter; por consiguiente la selección natural tiende a fijar adaptaciones aparecidas en una población.
2. Zool. El proceso por el que un animal se ajusta a su medio ambiente, interno o externo, o a los cambios de tal ambiente; toda forma o hábito desarrollado como resultado de tal proceso.

Fósil

Restos de algún ser primitivo (planta o animal) embebido en los depósitos superficiales de periodos geológicos pasados. Los fósiles se presentan generalmente en forma de partes duras de los organismos, tales como huesos, conchas, así como en forma de huellas o impresiones dejadas en las piedras.

Evolución

Desarrollo gradual de los organismos muy complejos partiendo de otras formas más simples; el desarrollo de órganos partiendo de otros órganos más simples del mismo tipo.

Extinción

Evol. Muerte y desaparición de un organismo en el mundo, o un grupo de organismos específicos.

Reproducción

El proceso de generación de nuevos individuos, por los que se perpetúa la especie.

Sobrevivencia

No se encontró en los diccionarios especializados que se consultaron (también se buscó como supervivencia).

ANEXO 3

Algunas recomendaciones para incrementar la legibilidad

A continuación se presenta un resumen con algunas consideraciones importantes que pueden servir de apoyo a los escritores de libros. Los primeros 10 corresponden a las sugerencias de un editor, C.A. McKnight del Instituto Editorial Americano (1985) (citado por Zakaluk y Samuels, 1988).

1. Use palabras cortas y simples. Si su escritura es mayor de 165 sílabas por pasaje de cien palabras, usted está escribiendo para graduados.
2. Use más palabras de una sílaba. Hágalas llevar la carga más grande. (De 275 palabras en el Lincoln's Gettysburg Address, 196 son de una sola sílaba).
3. Use palabras familiares. En la Biblia se utiliza un vocabulario de sólo 6,000 palabras.
4. Use palabras personales. Por ejemplo, tú, niña, madre, doctor, maestro, Juanito, bebé, etcétera.
5. Utilice palabras concretas. Esto es, palabras que hagan al lector ver, oír, sentir, oler o saborear.
6. Haga un gran trabajo con cada palabra. Utilice pocas y úselas con gran fuerza. Lea el escrito del día antes de imprimirlo. Elimine cualquier palabra innecesaria y frase confusa. Practique esta sugerencia cada día.
7. Evite (siempre que sea posible) el empleo de palabras técnicas. Las palabras no técnicas son más claras y construyen una red base amplia de lectores para usted.
8. Cree figuras de lenguaje para su discurso manuscrito. Constrúyalas en sus escritos diarios.
9. Use oraciones cortas. Ellas son la clave de la escritura simple y fácil de leer. Si una oración sobrepasa de las 30 palabras córtela. Cada una de las palabras de la oración deberá ser fuerte, enfática, aprisionadora.
10. Construya oraciones activas.
11. Use párrafos cortos y simples. La mayoría debe introducir o contener una sola idea. También es importante que tengan un sólo punto de vista.
12. Escriba para una persona en especial. Hable a esa persona en un lenguaje familiar, con palabras de uso diario.
13. Trabaje con una idea básica. Cubra muchos puntos, pero constrúyalos sobre la estructura de una idea. Eso puede simplificar la lectura de algún material complejo.
14. Trate de escribir afirmativamente.

15. Es recomendable utilizar preguntas al inicio de los textos. Las preguntas de este tipo funcionan como un medio de motivación y ayuda para los estudiantes, de esta manera pueden maximizar sus estrategias y habilidades de lectura.
16. Es conveniente utilizar pocas palabras técnicas o difíciles por pasaje. Se recomienda usar menos de cinco palabras especializadas o que los alumnos señalen como difíciles en un pasaje de cien palabras. También debe evitarse el uso de polisílabos (Barrow, 1979).

En el libro *Legibilidad. Su pasado, presente y futuro* Zakaluk y Samuels (1988) incluyen una lista de sugerencias para la "escriurabilidad". Se presentan algunas que podrían ser útiles.

Vocabulario

- Evite palabras largas o poco frecuentes
- Evite palabras con prefijos, raíces latinas o griegas
- Evite la jerga
- Si utiliza palabras técnicas, siga las instrucciones para introducir nuevos términos

Oraciones

- Mantenga cortas las oraciones; sobre el promedio general de adultos, debajo de 15 palabras
- Evite cortar la médula de la oración
- No abuse de los signos de puntuación. Más de dos comas pueden indicar la necesidad de dos o más oraciones. El punto y coma y los dos puntos pueden indicar la necesidad de otra oración.
- Algunas veces la cohesión es auxiliada por oraciones largas.

Párrafos

- Mantenga la medida del párrafo sobre un promedio
- Utilice sangría y características que hagan fácilmente identificable el párrafo

Organización

- Adapte el plan de organización al tópico y a su enfoque
- Use subtítulos
- Use palabras que actúen como señales o guías de lectura
- Use resúmenes

Cohesión

- Incremente el enlace entre las oraciones y los párrafos
- Evite muchas ideas diferentes en un pasaje corto

Palabras personales

- Use pronombres personales, pero no muchos
- Use oraciones personales
- Establezca una relación directa con el lector, un diálogo

Imaginabilidad

- Use palabras altamente imaginables (concretas)
- Evite las palabras poco concretas
- Use ejemplos vívidos
- Use metáforas
- Use gráficas siempre que sean necesarias

Referentes

- Evite muchos referentes
- Reemplace algunos referentes con el nombre original o verbo
- Evite distanciar al verbo del referente
- No use referentes que puedan aludir a dos o más nombres o verbos

Motivación

- Seleccione tópicos interesantes
- Emplee ejemplos interesantes
- Escriba a un nivel un poco menor que el de su audiencia
- Considere los antecedentes de conocimiento de sus lectores
- Compruebe la comprensión de algún pasaje con una muestra de posibles lectores

ANEXO 4

Instrumentos

Asociación de palabras

ASOCIACION DE PALABRAS

ESTA ES UNA PRUEBA PARA VER CUANTAS PALABRAS PUEDES ESCRIBIR CON RELACION A LA PALABRA CLAVE QUE SE TE PROPORCIONA. PUEDES ESCRIBIR: COSAS, LUGARES, IDEAS, EVENTOS, LO QUE SEA. TIENES 3 MINUTOS.

FOSIL es algo que se ha preservado en algo
 FOSIL de muchos años
 FOSIL de plantas
 FOSIL de animales
 FOSIL
 FOSIL 3 tiempo
 FOSIL Definición
 FOSIL Ejemplo
 FOSIL
 FOSIL

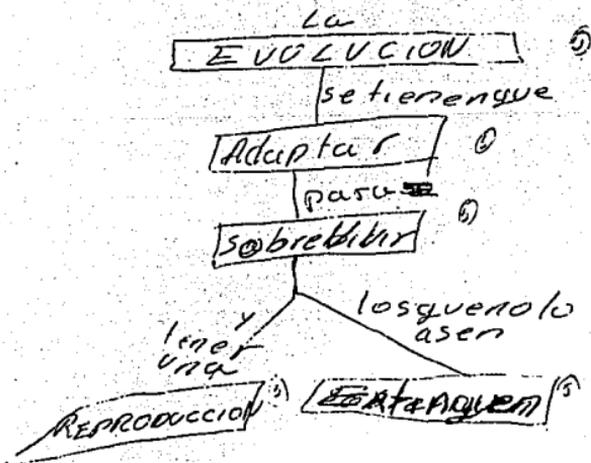
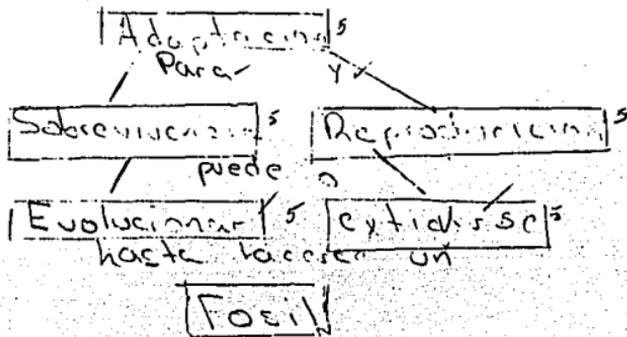
EVOLUCION del hombre
 EVOLUCION del caballo | Ejemplo
 EVOLUCION de la tierra
 EVOLUCION del avión
 EVOLUCION de la ropa
 EVOLUCION de la electricidad
 EVOLUCION de los puentes
 EVOLUCION
 EVOLUCION
 EVOLUCION

REPRODUCCION del hombre
 REPRODUCCION del perro | Ejemplo
 REPRODUCCION de fotos
 REPRODUCCION de videos
 REPRODUCCION de palabras
 REPRODUCCION de aparatos
 REPRODUCCION de terremotos
 REPRODUCCION de animales
 REPRODUCCION del oro
 REPRODUCCION de construcciones

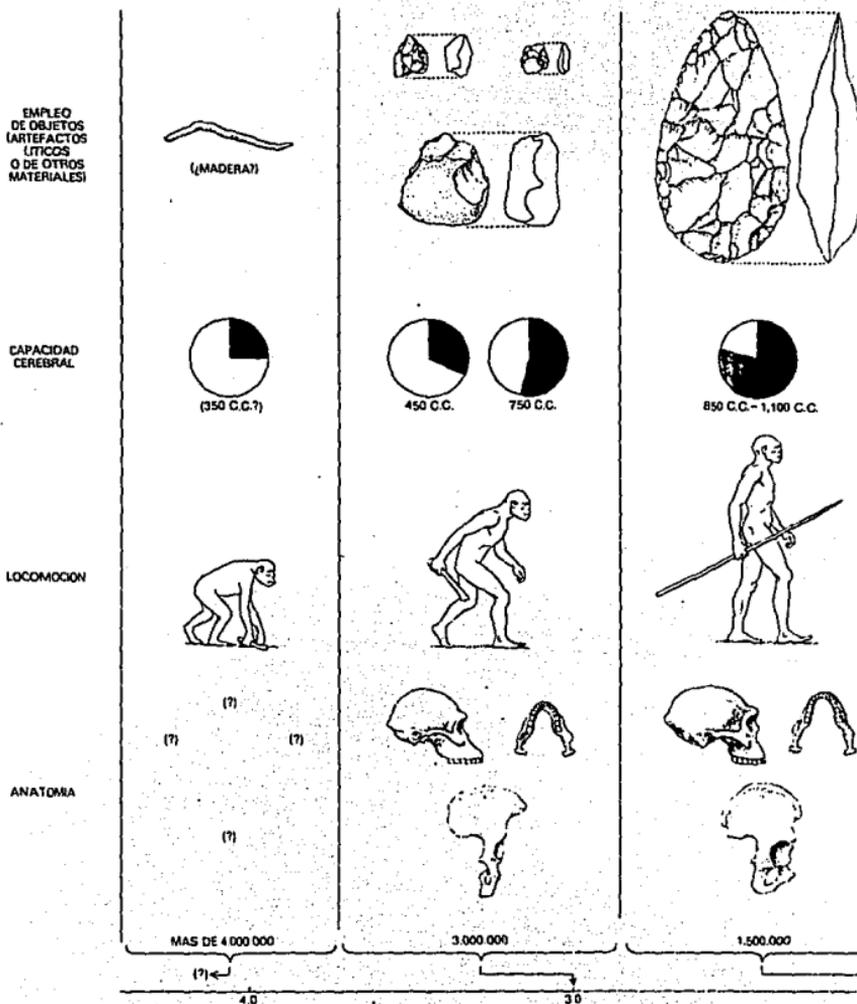
Mapas conceptuales

NOMBRE _____

¿RECUERDAS COMO SE CONSTRUYE UN MAPA CONCEPTUAL? ELABORA UNO NUEVO CON LAS PALABRAS QUE UTILIZASTE EN EL EJERCICIO ANTERIOR. NO OLVIDES ANOTAR LAS PALABRAS DE ENLACE. PUEDES UTILIZAR LAS PALABRAS EN OTROS TIEMPOS VERBALES, POR EJEMPLO SI LA PALABRA ES REPRODUCCION PUEDES ESCRIBIR, SE REPRODUCEN, PUEDEN REPRODUCIRSE, ETC. TAMBIEN PUEDES AGREGAR LAS PALABRAS QUE CREAS QUE HAGAN FALTA.



Entrevistas









Evocación de lectura

Maria Garcia Elgar E. Cpu 1B 18-2-93

Que las jirafas algunas vez tuvieron
 cuello corto y patas y como vieron
 que no habia ya suficiente pasto
 hubo un cambio se alargaron es teoria
 de Lamarck y no se puede hacer
 un cambio solo que el objeto tanto
 como el ~~espermatocito~~ estron
 de acuerdo y cambian tambien

Nombre Pascual Ramos Ruiz E. Cpu 1B

18-2-93

Que las jirafas no tenían
 que comer porque si
 se agachaban a comer semilla
 y la comida siempre sale
 desde arriba a su estructura
 en algo como alfalfa
 pasto etc.
 y sale de dar de dar mucha

agua para que se las bañe
 la comida

El Filósofo de Jirafas eran
 de patas muy grandes y cuello
 Grande que fuera más corto
 y las células nutritivas que
 Fue Darwin Fue el primer Zoolo
 go estas ideas de la se
 lección Las Teorías de Darwin
 quisiera hereditaria (Caricatura)
 is TIC 5 cid 9 u d id es

Pruebas de legibilidad "cloze"

Prueba 1

NOMBRE _____ GRUPO _____ N. L. _____

Instrucciones

Los ejercicios que vas a realizar a continuación consisten en completar un texto al que le faltan algunas palabras. Donde falta una palabra hemos puesto una línea. Debes escribir en esa línea la palabra que crees que falta. Escribe solamente una palabra en cada línea.

Para que se te haga más fácil el ejercicio debes recordar lo siguiente:

1. Escribe solamente una palabra en cada espacio.
2. Trata de llenar todos los espacios en blanco.
3. Si deseas cambiar alguna palabra, bórrala cuidadosamente y escribe con claridad la nueva palabra.
4. Trabaja lo más rápido que puedas y escribe con letra clara.
5. Cuando hayas terminado de completar el texto, vuelve a leerlo cuidadosamente para ver si todas las palabras tienen sentido en donde las pusiste.

A continuación vamos a realizar juntos un ejemplo para que lo practiques. Los tres primeros espacios fueron llenados ya. Fíjate que escribimos una sola palabra en cada espacio.

Historia de Ali Babá

En tiempos del Califé Harin Al-Rashid, vivían en Persia dos hermanos. Uno, llamado Ali Babá, era muy pobre, pero era leñador; y el otro, Kasim de nombre, estaba casado con una mujer rica y vivía en la opulencia. Y sin embargo, Ali tenía muy buen carácter era bondadoso con todos Kasim, por lo contrario, envidia de todo el .



Figura 4.28. La jirafa es el ejemplo que usó Lamarck para apoyar su teoría.

IV. La evolución biológica

1. La selección natural como mecanismo de la evolución

En el siglo XIX se sustentaron dos teorías principales para explicar por qué y cómo sucedió la evolución. Jean Baptiste Lamarck, famoso zoólogo francés, cuya *Filosofía zoológica* se publicó en 1809, sostuvo que los nuevos órganos surgieron como reacción a las necesidades de la de los animales

contra un hostil. Dedujo que el

y la importancia de los se relacionaron con la

del uso y falta de ; el tamaño y la

de los órganos también se en el curso de las

La teoría de Lamarck se en la herencia de los

adquiridos; esto significa que, para a su ambiente, un

debía de usar ciertas de su cuerpo y otras. Las partes

usadas volverse más fuertes e las no usadas, debieron

de y desaparecer. Estos cambios llamados rasgos

según Lamarck, pudieron pasar a los

El ejemplo clásico de es el de las (figura 4.28).

Supuso que, en algún , tuvieron piernas y cuellos

Mientras hubo suficiente pasto para , no tuvieron necesidad de

Al aumentar su con otros organismos por el , tuvieron que

cambiar; el y las piernas se les lo suficiente para

las hojas más altas. De este modo, resultó la moderna. Por tanto, según

un rasgo adquirido por un mediante la adaptación, puede

y provocar que ocurra la de su especie. La lamarkista de la transmisión

de caracteres adquiridos es atractiva, pues explicaría la

de muchos organismos al ; pero, en definitiva, es , puesto que las pruebas

son decisivas: los caracteres no se heredan.

Prueba 2

NOMBRE _____

GRUPO N.º _____

Instrucciones

Los ejercicios que vas a realizar a continuación consisten en completar un texto al que le faltan algunas palabras. Donde falta una palabra hemos puesto una línea. Debes escribir en esa línea la palabra que crees que falta. Escribe solamente una palabra en cada línea.

Para que se te haga más fácil el ejercicio debes recordar lo siguiente:

1. Escribe solamente una palabra en cada espacio.
2. Trata de llenar todos los espacios en blanco.
3. Si debes cambiar alguna palabra, bórrala cuidadosamente y escribe con claridad la nueva palabra.
4. Trabaja lo más rápido que puedas y escribe con letra clara.
5. Cuando hayas terminado de completar el texto, vuelve a leerlo cuidadosamente para ver si todas las palabras tienen sentido en donde las pusiste.

A continuación vamos a realizar juntos un ejemplo para que lo practiques. Los tres primeros espacios fueron llenados ya. Fíjate que escribimos una sola palabra en cada espacio.

Historia de Ali Babá

En tiempos del Califá Harún Al-Rashid, vivían en Persia dos hermanos. Uno, llamado Ali Babá, era muy pobre, pues era leñador; y el otro, Kasim de nombre, estaba casado con una mujer rica y nadaba en la opulencia. Y sin embargo, Ali era tenía muy buen carácter era era bondadoso con todos, era Kasim, por lo contrario, era envidia de todo el _____.

La selección natural es un _____ mediante el cual, el _____ selecciona los organismos mejor _____; los que no se _____ al ambiente, mueren.

2. Otros procesos evolutivos



¿Qué es la evolución?

Después de Darwin, se han _____ muchas pruebas de la _____
Es decir, 'los seres _____ que conocemos actualmente provienen de
_____ más sencillos que _____ hace muchísimos años.
Pero la teoría de _____ no ha permanecido tal como él la planteó, sino que se ha
_____ conforme han sucedido nuevos _____.

En la actualidad, la _____ evolucionista más aceptada se llama *teoría*
_____ de la evolución _____ *neodarwinista*; se basa en la
_____ natural y en lo que se _____ sobre mutaciones, relaciones de las
_____ con su ambiente y _____ fósiles.

Los puntos básicos de esta _____ son éstos:

- La selección _____ es la causa principal de la _____ de los seres vivos.
- La herencia de los caracteres _____ que proponía Lamarck, queda completamente _____ como manera de explicar la _____.
- La _____ natural actúa sobre las _____ y no en individuos _____.
- Las nuevas especies van _____ con el paso de muchos años y conforme se van _____ a las condiciones cambiantes del _____.

La teoría neodarwinista fue _____ entre 1937 y 1948 por _____ investigadores que trabajaban en _____ distinos.

Theodosius Dobzhansky, ruso nacionalizado _____ (1900-1975) y destacado estudioso de la _____ moderna, autor del libro *La genética y el origen de las especies* (en el que se apoya en los principios de Darwin), sustentó que se _____ las variaciones ocurridas por _____ natural.

Instrucciones

Las oraciones que vas a realizar a continuación consisten en completar un texto al que le faltan algunas palabras. Debes elegir una palabra dentro de una lista. Debes escribir en una línea la palabra que creas que falta. Escribe solamente una palabra en cada línea.

Para que te sea más fácil el ejercicio debes recordar la siguiente:

1. Escribe solamente una palabra en cada espacio.
2. Lista de palabras que se usan en alemán.
3. Si debes escribir alguna palabra, léela cuidadosamente y escribe con claridad la misma palabra.
4. Trabaja en una copia que puedas y escriba con letra clara.
5. Cuando hayas terminado de completar el texto, vuelve a leerlo cuidadosamente para ver si todas las palabras tienen sentido en donde las pones.

A continuación vamos a realizar juntos un ejercicio para que las practiques. En tres párrafos aparecen cuatro huecos ya. Escribe que palabras o palabras que te vienen a la mente.

Historia de Ali Baba

En tiempos del Calif Harun Al-Raschid, vivían en Persia dos hermanos. Uno, llamado Ali Baba, era muy pobre, pero era rico; y el otro, Kasim, era muy rico, pero era pobre. Kasim tenía una mujer rica y noble en la provincia. Y un día, Ali _____ tenía muy buen carácter _____ era bondadoso con todos _____ Kasim, por lo contrario, _____ era de todo el _____

Hoy día, la teoría de Charles Darwin sobre la evolución es la más aceptada. Su contribución a la _____ fue doble: presentó un cúmulo de _____ tendientes a demostrar que había ocurrido la _____ de los organismos, a la vez que formuló la teoría de la _____ natural para explicar la _____.

Abordó el Beagle, durante cinco años. En el _____ del Beagle observó gran _____ de plantas y animales de _____ del Sur y las _____ Galápagos (cercasas a la costa de Ecuador) (figura 4.29).

Por sus observaciones y estudios, Darwin llegó a las siguientes conclusiones:

- En cada población de _____ o animales, hay competencia por _____ los recursos disponibles. Sólo _____ organismos sobreviven.
- Es más _____ que los individuos con _____ genéticas más favorables sobrevivan y se _____ transmitiendo a sus hijos esas _____ favorables.



Figura 4.29. Darwin viajó en el _____ Beagle durante cinco años _____ en el que colectó _____ de rocas, animales y _____ el estudio comparativo de ellas lo condujo a formular la teoría de la _____ natural.

Esta es la idea de la _____ natural y el punto clave de la _____ de Darwin la naturaleza. Y luego selecciona las _____ genéticas más favorables. Por ejemplo, en la _____ se ha demostrado que si una enfermedad _____ un cultivo de granos _____ sobreviven. Que tengan variaciones _____ que les permitan resistir la _____. Serán estas plantas las que, al _____ heredarán a sus descendientes la _____. La variación genética que permite la _____ se acumula lentamente y _____ a ser común a todos. De esta manera, concluye _____ ocurre el cambio de _____

Tabla de Análisis

TABLA PARA ANÁLISIS DE TEXTOS

1. Legibilidad	.....
Tamaño de las oraciones .....	.....
Complejidad de las oraciones .....	.....
Vocabulario (uso de términos técnicos) .....	.....
Resúmenes .....	.....
2. Contenido	.....
Se apega a los objetivos del programa .....	.....
Está actualizado .....	.....
Refleja la naturaleza de la ciencia (curiosidad, un proceso en construcción, escepticismo) .....	.....
Es apropiado para las habilidades de los estudiantes .....	.....
Es interesante para los alumnos .....	.....
Organización	.....
- Uso de temas inclusores .....	.....
- Las unidades se relacionan con el tema .....	.....
- Los capítulos tienen una secuencia lógica .....	.....
Presenta un desarrollo histórico .....	.....
Trata las implicaciones de la ciencia en la cultura y la sociedad .....	.....
Trata temas controvertidos .....	.....
3. Apariencia	.....
Tamaño del libro .....	.....
Tamaño de la letra .....	.....
Calidad de la impresión .....	.....
Aspecto atractivo .....	.....
Durabilidad .....	.....
Precio .....	.....
4. Calidad de las ilustraciones (considerar al menos 10 ilustraciones)	.....
Son auxiliares útiles para el aprendizaje .....	.....
Fotografías modernas, de alta calidad .....	.....
Uso de color .....	.....
5. Auxiliares pedagógicos	.....
Apéndices .....	.....
Índice .....	.....
Glosario .....	.....
Actividades .....	.....
- Preguntas pertinentes .....	.....
- Sugerencia de proyectos y experimentos .....	.....
Referencias .....	.....
6. Otras consideraciones .....	.....

ANEXO 5

Tablas de resultados

Tabla I. Asociación de palabras. Registros. Primera Etapa

TERMINO	REG.	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C	TOTAL	%
FÓSIL	8	12	13	10	35	✓29.1
Conocimiento bajo	1	6	10	11	27	22.5
Conocimiento bajo	2	5	12	5	22	18.3
Conocimiento promedio	3	16	3	11	30	25.0
Conocimiento promedio	4	1	2	1	4	3.3
Conocimiento promedio	5			2	2	1.6
EVOLUCIÓN	8	11	14	14	39	32.5
Conocimiento bajo	1	20	17	21	58	✓48.1
Conocimiento bajo	2	7	7	3	17	14.1
Conocimiento promedio	3	2	2	1	5	4.1
Conocimiento promedio	4			1	1	0.8
REPRODUCCIÓN	8	12	8	4	24	20.0
Conocimiento bajo	1	23	30	31	84	✓70.0
Conocimiento bajo	2	5	2	1	8	6.6
Conocimiento promedio	3	-	-	4	4	3.3
SOBREVIVENCIA	8	8	12	5	25	20.8
Conocimiento bajo	1	26	26	31	83	✓69.1
Conocimiento bajo	2	4	1	4	9	7.5
Conocimiento promedio	3	2	1	-	3	2.5
EXTINCIÓN	8	14	13	17	44	36.6
Conocimiento bajo	1	19	22	13	54	✓45.0
Conocimiento bajo	2	5	3	5	13	10.8
Conocimiento promedio	3	1	2	4	7	5.8
Conocimiento promedio	4	-	-	-	-	-
Conocimiento promedio	5	1	-	-	1	0.8
Conocimiento promedio	6			1	1	0.8
ADAPTACIÓN	8	7	7	14	28	23.3
Conocimiento bajo	1	27	30	24	81	✓67.5
Conocimiento bajo	2	5	2	1	8	6.6
Conocimiento promedio	3	1		1	2	1.6
Conocimiento promedio	4		1		1	0.8

Clave de registro

- 0 a 2 Bajo conocimiento previo del tópico
 3 a 6 Conocimiento previo promedio
 7 ó más Alto conocimiento previo

Tabla II. Asociación de palabras. Tipos de respuestas. Primera Etapa.

	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C	TOTAL	%
FÓSIL					
No contestó	3	1	2	6	5.8
Equivocado	9	12	8	29	24.1
Ejemplos	23	14	20	57	✓47.5
Definición	3	16	14	33	27.5
Tiempo*	16	5	6	27	22.5
Lugar*	9	4	9	22	18.3
EVOLUCIÓN					
No contestó	1	3	6	10	8.3
Equivocado	10	11	8	29	24.1
Ejemplos	28	21	23	72	✓60.8
Definición	6	8	5	19	15.8
REPRODUCCIÓN					
No contestó	3	3	1	7	5.8
Equivocado	9	5	3	17	14.1
Ejemplos	25	29	32	86	✓71.6
Definición	5	3	6	14	11.6
SOBREVIDENCIA					
No contestó	1	5	2	8	6.6
Equivocado	7	7	4	18	15.0
Ejemplos	28	20	32	80	✓66.6
Definición	6	6	3	15	12.5
EXTINCIÓN					
No contestó	2	4	4	10	8.3
Equivocado	11	8	13	32	26.6
Ejemplos	25	21	21	67	✓55.8
Definición	4	6	8	18	15.0
ADAPTACIÓN					
No contestó	1	2	1	4	3.3
Equivocado	6	5	12	23	19.1
Ejemplos	28	25	17	70	✓58.3
Definición	5	5	7	17	14.1

* La palabra "fósil" fue asociada con el tiempo ("tiempo pasado", "algo antiguo").

También hubo quien los asoció con un lugar determinado ("vi uno en el museo", "se encuentran en capas profundas de la tierra")

Tabla III. Mapas conceptuales. Puntuación. Primera etapa.

PUNTUACIÓN	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C	TOTAL	%
No lo hizo	13	2	1	16	14.5
0	16	15	26	57	51.8
5	9	4	3	16	14.5
10	1	3	-	4	3.5
15	2	6	4	12	10.9
17	-	2	-	2	1.8
20	-	2	-	2	1.8
25	1	-	-	1	0.9

Tabla IV. Asociación de palabras. Registros. Segunda Etapa.

TÉRMINO	REGISTRO	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C	TOTAL	%
EVOLUCIÓN	0	3	6	-	9	7.5
	1	31	23	29	83	✓69.1
	2	7	8	9	24	20.0
	3	1	2	1	4	3.3
REPRODUCCIÓN	0	1	7	-	8	6.6
	1	33	24	30	87	✓72.5
	2	7	8	8	23	19.1
	3	1	-	1	2	1.6
SOBREVIENCIA	0	2	8	2	12	10.0
	1	33	25	33	91	✓75.8
	2	5	5	3	13	10.8
	3	1	1	1	3	2.5
	4	-	-	-	-	-
EXTINCIÓN	5	1	-	-	1	0.8
	0	4	12	9	25	20.8
	1	25	22	23	70	✓58.3
	2	6	2	6	14	11.6
	3	5	2	1	8	6.6
ADAPTACIÓN	4	2	1	-	3	2.5
	0	5	12	9	26	21.6
	1	31	19	23	73	✓60.8
	2	5	7	6	18	15.0
	3	1	1	1	3	2.5

* Nota: Dado que la palabra fósil no se emplea en los pasajes elegidos para la pruebas de legibilidad, se decidió suprimirlo en las pruebas aplicadas durante la segunda etapa

Tabla V. Asociación de palabras. Registros. Primera y segunda etapas.

TÉRMINO	REGISTRO	TOTAL PRIMERA ETAPA	TOTAL SEGUNDA ETAPA	% PRIMERA ETAPA	% SEGUNDA ETAPA
EVOLUCIÓN	0	39	9	32.5	7.5
	1	58	83	48.3	69.1
	2	17	24	14.1	28.8
	3	5	4	4.1	3.3
	4	1		0.8	-
REPRODUCCIÓN	0	24	8	28.8	6.6
	1	84	87	70.0	72.5
	2	8	23	6.6	19.1
	3	4	2	3.3	1.6
SOBREVIVENCIA	0	25	12	20.8	10.8
	1	83	91	69.1	75.8
	2	9	13	7.5	10.8
	3	3	3	2.5	2.5
	4	-	-	-	-
	5	-	1	-	0.8
EXTINCIÓN	0	44	25	36.6	28.8
	1	54	78	45.0	58.3
	2	13	14	18.8	11.6
	3	7	8	5.8	6.6
	4	1	3	-	2.5
	5	-	-	0.8	-
	6	1	-	0.8	-
ADAPTACIÓN	0	28	26	23.3	21.6
	1	81	73	67.5	60.8
	2	8	18	6.6	15.0
	3	2	3	1.6	2.5
	4	1	-	0.8	-

Tabla VI. Asociación de Palabras. Registros Totales. Primera y Segunda Etapas

	0	1	2	3	4	5
EVOLUCIÓN	32.5	48.1	14.1	4.1	0.8	-
REPRODUCCIÓN	20.0	70.0	6.6	3.5	-	-
SOBREVIVENCIA	20.0	69.1	7.5	2.5	-	-
EXTINCIÓN	36.6	45.0	18.8	5.8	-	0.8
ADAPTACIÓN	23.3	67.5	6.6	1.6	0.8	-
PROMEDIO PRIMERA ETAPA	26.6	59.0	9.2	3.4	0.32	0.16

	0	1	2	3	4	5
EVOLUCIÓN	7.5	69.1	20.0	3.3	-	-
REPRODUCCIÓN	15.0	64.1	19.1	1.6	-	-
SOBREVIVENCIA	10.0	75.8	10.0	2.5	-	0.8
EXTINCIÓN	20.8	58.3	11.6	6.6	2.5	-
ADAPTACIÓN	21.6	60.8	15.0	2.5	-	-
PROMEDIO SEGUNDA ETAPA	14.9	65.6	15.3	3.3	0.5	0.16

Tabla VII. Asociación de palabras. Tipos de respuestas. Segunda Etapa.

TÉRMINO	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C	TOTAL	%
EVOLUCIÓN					
No contestó	-	1	-	1	0.8
Equivocado	6	8	9	23	19.1
Ejemplos	39	30	32	101	84.1
Definición	4	10	8	22	18.3
REPRODUCCIÓN					
No contestó	1	6	-	7	5.8
Equivocado	4	7	4	15	12.5
Ejemplos	38	25	21	83	69.2
Definición	5	6	8	19	15.8
SOBREVIVENCIA					
No contestó	2	5	1	8	6.6
Equivocado	3	2	4	9	7.5
Ejemplos	40	29	33	102	85.0
Definición	1	3	4	8	6.6
EXTINCIÓN					
No contestó	1	4	4	9	7.5
Equivocado	7	9	9	25	20.8
Ejemplos	28	22	30	80	66.6
Definición	11	4	6	21	17.5
ADAPTACIÓN					
No contestó	2	5	5	12	10.0
Equivocado	6	9	7	22	18.3
Ejemplos	36	25	31	92	76.6
Definición	3	5	3	11	9.1

Tabla VIII. Asociación de Palabras. Tipos de Respuestas. Primera y Segunda Etapas.

TÉRMINO/ TIPO DE RESPUESTA	TOTAL PRIMERA ETAPA	TOTAL SEGUNDA ETAPA	% PRIMERA ETAPA	% SEGUNDA ETAPA
EVOLUCIÓN				
No contestó	10	1	8,3	0,8
Equivocado	29	23	24,1	19,1
Ejemplos	72	101	60,0	84,1
Definición	19	22	15,0	18,3
REPRODUCCIÓN				
No contestó	7	7	5,8	5,8
Equivocado	17	15	14,1	12,5
Ejemplos	86	83	71,6	69,2
Definición	14	19	11,6	15,8
SOBREVIVENCIA				
No contestó	8	8	6,6	6,6
Equivocado	18	9	15,0	7,5
Ejemplos	80	102	66,6	85,0
Definición	15	8	12,5	6,6 ✓
EXTINCIÓN				
No contestó	10	9	8,3	7,5
Equivocado	32	25	26,6	20,8
Ejemplos	67	80	55,8	66,6
Definición	10	21	8,3	17,5
ADAPTACIÓN				
No contestó	4	12	3,3	10,0 ✓
Equivocado	23	22	19,1	18,3
Ejemplos	70	92	58,3	76,6
Definición	17	11	14,1	9,1 ✓

Tabla IX. Comparación de los porcentajes de los tipos de respuesta en la primera y en la segunda etapas.

	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
	No contestó	No contestó	Equivocado	Equivocado
EVOLUCIÓN	8.3	8.8	24.1	19.1
REPRODUCCIÓN	5.8	5.8	14.1	12.5
SOBREVIVENCIA	6.6	6.6	15.8	7.5
EXTINCIÓN	8.3	7.5	26.6	20.8
ADAPTACIÓN	3.3	10.8 ✓	19.1	18.3
PORCENTAJE PROMEDIO	6.49	6.14	19.7	15.64

	Ejemplos	Ejemplos	Definición	Definición
EVOLUCIÓN	60.8	84.1	15.8	18.3
REPRODUCCIÓN	71.6	69.2	11.6	15.8
SOBREVIVENCIA	66.6	85.0	12.5	6.6 ✓
EXTINCIÓN	55.8	66.6	8.3	17.5
ADAPTACIÓN	58.3	76.6	14.1	9.1
PORCENTAJE PROMEDIO	62.4	76.3	12.4	13.4

Tabla X. Mapas conceptuales. Puntuación. Segunda Etapa.

PUNTUACION	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C	TOTAL	%
No lo hizo	10	1	7	18	14.8
0	3	20	10	33	20.8
5	9	14	15	38	31.4 ✓
10	5	2	3	10	8.2
15	6	-	5	11	9.0
20	2	2	-	4	3.3
25	5	-	-	5	4.1
35	2	-	-	2	1.6

Tabla XI. Mapas conceptuales. Puntuación. Primera y segunda etapas.

PUNTUACIÓN MAPA CONCEPTUAL	TOTAL PRIMERA ETAPA	TOTAL SEGUNDA ETAPA	% PRIMERA ETAPA	% SEGUNDA ETAPA
No lo hizo	16	18	14.5	14.8
0	57	33	51.8	28.0 ✓
5	16	38	14.5	51.4 ✓
10	4	10	3.5	8.2
15	12	11	10.9	9.8
20	4	4	3.3	3.3
25	1	5	0.9	4.1
35	-	2	-	1.6

Tabla XIII. Legibilidad. Niveles de Lectura Promedio

NIVELES DE LECTURA PROMEDIO	% ALUMNOS	NIVELES DE LECTURA PROMEDIO	% ALUMNOS
0	-	25	1.0
1	2.1	26	-
2	2.1	27	-
3	1.0	28	-
4	1.0	29	2.1
5	1.0	30	-
6	6.4	31	-
7	5.3	32	2.1
8	2.1	33	1.0
9	2.1	34	-
10	9.6	35	1.0
11	✓11.8	36	1.0
12	4.3	37	-
13	6.4	38	1.0
14	1.0	39	2.1
15	2.1	40	-
16	7.5	41	-
17	1.0	42	-
18	6.4	43	-
19	-	44	-
20	5.3	45	-
21	1.0	46	-
22	1.0	47	-
23	2.1	48	1.0
24	3.2	49	-