



# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

## **MAPAS CONCEPTUALES COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL TEMA: EXTINCIONES**

**TESIS**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR:**

**BIOLOGÍA**

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

**BIÓL. RUBÉN CRUZ VÁZQUEZ**

**TUTOR PRINCIPAL:**

**M. en D. BEATRIZ CUENCA AGUILAR**

**Comité Tutor**

**M. en C. Irma Elene Dueñas García  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA  
Dr. Jorge Ricardo Gersenowies Rodríguez  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

**Los Reyes Iztacala, noviembre de 2022**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

*Dedicatoria*

*Este trabajo está dedicado a mi hermosa familia:*

*A mi esposa Rosa María, que con su apoyo y comprensión me impulsa a ser mejor cada día, esta meta también es tuya. ¡Te amo, mi princesa!*

*A Octavio, que me enseña algo nuevo cada día, de quien estoy profundamente orgulloso. ¡Te amo, hijo!*

*A la familia Rojas Santiago por todo el apoyo brindado durante tanto tiempo:*

*Al Lic. Jorge Rojas García, quien siempre tiene algo que contar y un consejo que brindar.*

*A la Sra. Marciana Santiago por toda la disposición y apoyo recibido.*

*A mi mamá Alberta Vázquez Sánchez ¡te amo profundamente!*

*A mis hermanas Ivone y Mayte por su compañía y apoyo en este camino llamado vida.*

*A mi hermano Luis y a mi cuñada Laura que, como siempre, sin su apoyo no podría estar aquí.*

*A mis hermanos Luis Alberto y Efraín, a quienes siempre llevaré en mi corazón.*

*¡Gracias!*

### *Agradecimientos*

*A la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme ser parte de su comunidad.*

*Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada durante mi estancia en el posgrado.*

*A mi tutora la M. en D. Beatriz Cuenca Aguilar por su guía, apoyo y disposición en todo momento.*

*Al comité tutor: M. en C. Irma Elena Dueñas García y el Dr. Jorge Ricardo Gersenowies Rodríguez por el apoyo, la revisión y los comentarios tan acertados.*

*A la Dra. Claudia Andrea Segal Kischinevzky le agradezco profundamente sus valiosos comentarios y acompañamiento en la revisión de este documento.*

*A la Dra. Marisol Montellano Ballesteros por su disposición para la revisión de esta tesis y por sus valiosos comentarios que contribuyeron a la mejora de este trabajo.*

*A la profesora Martha Mejía García por permitirme participar con los grupos a su cargo.*

*A los alumnos del grupo 855 y 655 de Biología IV por su gran participación y entrega en las actividades.*

*A la Dra. Celestina González Arreola por su apoyo incondicional en todo momento.*

# Índice

Resumen.....	6
1. Introducción.....	8
2.- Sede de la intervención: Colegio de Ciencias y Humanidades.....	10
3.- Importancia de la enseñanza de la ciencia .....	13
3.1 Problemas en la enseñanza de la biología.....	17
3.2 La situación de la biología en México: dos ejemplos.....	18
4. El aprendizaje.....	22
4.1 Metacognición.....	26
4.2 Enseñar a aprender.....	29
4.3 Importancia de la metacognición en el aprendizaje y la enseñanza.....	30
4.4 Actividades para el desarrollo de habilidades metacognitivas en el aprendizaje de las ciencias.....	31
5. Planteamiento del problema.....	34
6. Justificación.....	36
6.1 Organizadores gráficos.....	38
7. Objetivos.....	40
8. Hipótesis.....	40
9. Antecedentes.....	41
9.1 Los mapas conceptuales.....	42
9.2 Características de los mapas conceptuales .....	42
9.3 Usos de los mapas conceptuales.....	43
9.4 Ventajas del uso de los mapas conceptuales en el aula.....	44
10. Metodología .....	51
10.1 Actividades previas a la elaboración de los mapas conceptuales (tomado de Novak y Gowin, 2002).....	52
10.2 Actividades para la elaboración de los mapas conceptuales .....	54

10.3 Descripción de la población estudiantil .....	55
11. Análisis y discusión de resultados .....	57
12. Conclusiones.....	77
13. Recomendaciones.....	80
14. Referencias.....	81
15. Anexos.....	90
15.1 Anexo 1 .....	91
Programa de Biología IV .....	91
15.2 Anexo 2 .....	95
Materiales utilizados.....	95

## Resumen

El objetivo del presente trabajo fue utilizar una estrategia didáctica con base en la elaboración de mapas conceptuales para abordar el tema Extinciones.

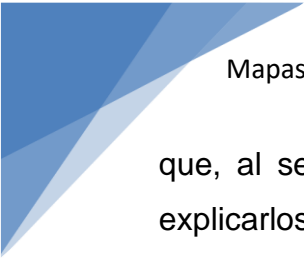
El trabajo se realizó en dos grupos de Biología IV, que fungieron como grupo control y grupo experimental, pertenecientes al Colegio de Ciencias y Humanidades, plantel Oriente de la Universidad Nacional Autónoma de México.

En el grupo experimental, se enseñó a los alumnos a cómo construir los mapas conceptuales, abordando cada uno de sus componentes, posteriormente, se aplicó un pretest sobre el contenido disciplinar para explorar ideas previas y después abordar la temática de Extinciones. En el grupo control se abordó el tema de manera expositiva.

Se utilizaron diferentes lecturas sobre el tema con los que se elaboraron los mapas conceptuales y fueron evaluados utilizando la taxonomía topológica propuesta por Novak y Cañas (2006) que mide la complejidad de la estructura de los mapas conceptuales. Más tarde, se realizó una matriz de asociación utilizando la prueba de asociación Olmstead-Tukey para categorizar los conceptos manejados por los alumnos en la construcción de su mapa, se evaluó la comprensión lectora de los estudiantes y finalmente se aplicó un postest tanto en el grupo control como en el grupo experimental.

Los resultados mostraron que aquellos estudiantes que obtuvieron un mayor nivel topológico se desempeñaron mejor en el postest y alcanzaron una mejor evaluación en la comprensión lectora. Además de que en comparación con el grupo control consiguieron una mayor evaluación en el postest.

Por ello, la implementación de estrategias, como los mapas conceptuales, que fomenten la participación de los alumnos, así como el desarrollo de habilidades metacognitivas son una gran ayuda en la enseñanza de contenidos científicos ya



Mapas conceptuales como estrategia de enseñanza-aprendizaje en el tema: Extinciones

que, al seleccionar conceptos, jerarquizarlos encontrar la relación entre ellos y explicarlos, conlleva al análisis de la información de manera más eficiente.



# 1. Introducción

La asignatura de Biología IV se imparte en el sexto semestre del Plan de Estudios de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades con el propósito de profundizar en el conocimiento biológico y contribuir en la formación propedéutica del alumnado que enfoca su interés profesional en el área de Ciencias Químico-Biológicas y de la Salud.

Como parte de este programa, en Biología IV se aborda la temática de Extinciones y se relaciona con la Radiación adaptativa. Para poder abordar esta temática también es necesario considerar el concepto de nicho ecológico y desde luego, el de tiempo geológico acompañado de las unidades Geocronológicas y Cronoestratigráficas plasmadas en tabla Cronoestratigrafía Internacional.

El manejo y dominio de los conceptos asociados a las Extinciones puede parecer en primera instancia sencillo, sin embargo, implica el poder relacionar los conceptos y el tiempo en que se llevan a cabo los procesos involucrados en las extinciones y aquellos que dan origen a la diversidad.

El presente trabajo se enfoca en la utilización de mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje representando una gran oportunidad para que los alumnos sean partícipes de su aprendizaje al desarrollar habilidades metacognitivas en la selección de conceptos, la elaboración del mapa que incluye la jerarquización y las posibles relaciones entre conceptos además de la explicación del mapa conceptual.

## **2.- Sede de la intervención: Colegio de Ciencias y Humanidades**

El proyecto del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) fue aprobado por el Consejo Universitario de la UNAM el 26 de enero de 1971, durante el rectorado de Pablo González Casanova quien lo consideró como la creación de un motor permanente de innovación de la enseñanza universitaria y nacional, el cual deberá ser complementado con esfuerzos sistemáticos que mejoren a lo largo de todo el proceso educativo, nuestros sistemas de evaluación de lo que enseñamos y de lo que aprenden los estudiantes. La creación del CCH respondió a la progresiva demanda de ingreso a la educación media superior en la zona metropolitana además de resolver la desvinculación existente entre las diversas escuelas, facultades, institutos y centros de investigación de la UNAM, así como para impulsar la transformación académica de la propia Universidad con una nueva perspectiva curricular y nuevos métodos de enseñanza (ENCCH, 2022).

Se trabajó en la elaboración de planes y programas de estudio y, apenas tres meses después, el 12 de abril de 1971 los planteles Azcapotzalco, Naucalpan y Vallejo abrieron sus puertas para recibir a las primeras generaciones de estudiantes. Un año después se incorporaron los planteles Oriente y Sur. Desde su apertura a la fecha, el CCH ha tenido transformaciones para elevar la calidad de su enseñanza, entre las que destacan: la creación de su Consejo Técnico en 1992; la actualización de su Plan de Estudios en 1996; la obtención al rango de Escuela Nacional en 1997 y la instalación de la Dirección General en 1998.

El modelo de acción educativa del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) desde su fundación en 1971, ha constituido un modelo de bachillerato de alcance académico indudable. Su concepción de educación, cultura, enfoques disciplinarios y pedagógicos han mantenido su vigencia y adquirido en los últimos años una gran aceptación.

El CCH busca que sus estudiantes, al egresar, respondan al perfil de su Plan de Estudios, que sean actores de su propia formación, de la cultura de su medio,

capaces de obtener, jerarquizar y validar información, utilizando instrumentos clásicos y tecnológicos para resolver con ello problemas nuevos.

También busca que sean sujetos poseedores de conocimientos sistemáticos en las principales áreas del saber, de una conciencia creciente de cómo aprender, de relaciones interdisciplinarias en el abordaje de sus estudios, de una capacitación general para aplicar sus conocimientos, formas de pensar y de proceder, en la solución de problemas prácticos. Con todo ello, tendrán las bases para cursar con éxito sus estudios superiores y ejercer una actitud permanente de formación autónoma.

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

Aunado a lo anterior, los principios pedagógicos del CCH desde sus inicios en 1971 son:

- **Aprender a aprender:** significa que el alumno será capaz de adquirir nuevos conocimientos por propia cuenta, es decir, se apropiará de una autonomía congruente a su edad.
- **Aprender a hacer:** significa que el alumno desarrollará habilidades que le permitan poner en práctica lo aprendido en el aula y en el laboratorio, supone conocimientos y elementos de métodos diversos de enseñanza y procedimientos de trabajo en clase.
- **Aprender a ser:** significa que el alumno desarrollará, además de los conocimientos científicos e intelectuales, valores humanos, cívicos y particularmente éticos.

## **3.- Importancia de la enseñanza de la ciencia**

En la actualidad, la enseñanza de la ciencia es piedra angular de la sociedad, bajo este supuesto, los esfuerzos para que la población se acerque al conocimiento científico se han intensificado, de manera que se ha propuesto la llamada alfabetización científica. “Este movimiento persigue aumentar la población que recibe educación científica y la duración de dicha educación” (García y Cauich, 2008, p. 115). Sin embargo, surge la pregunta ¿Para qué enseñar ciencia? En primera instancia, resultaría obvia la respuesta. No obstante, daremos algunos argumentos en pro de esta actividad y lo que conlleva su práctica.

En primera instancia partimos de la proposición inicial de que al ser humano le interesa comprender lo que sucede a su alrededor, esto lo logrará gracias al estudio de disciplinas como la Física, Química y Biología. Para este propósito, se debe seguir una metodología, que permita construir el conocimiento. Aunado a lo anterior, el conocimiento científico faculta comprender las situaciones en la vida cotidiana, así como enfrentar problemáticas de manera más adecuada. Otra de las ventajas que representa la enseñanza de las ciencias es que los alumnos podrán desarrollar su creatividad, la iniciativa y habilidades de comunicación (Millar y Osborne, 1998).

Neida y Macedo (1997) mencionan que en el mundo moderno en que vivimos resulta imprescindible la ciencia y, por supuesto su parte aplicada, la tecnología para lograr el proceso productivo que se necesita (p. 4). Asimismo, se requiere del conocimiento científico para adquirir habilidades que se exigirán en la vida laboral y social de las personas. Las mismas autoras enumeran algunas de esas destrezas adquiridas por los alumnos como lo son la planificación del tiempo, así como su gestión, resolución de problemas, así como la tolerancia hacia las opiniones ajenas.

Por su parte, Quintanilla en 2006 opina que “Los estudiantes han de aprender una ciencia que tenga sentido para sí mismos y para comprender el complejo mundo...” además indica que la formación científica proporcionará un *lenguaje reflexivo*.

Finalmente, Golmerk (2008) señala que el propósito de la ciencia es “formar ciudadanos con criterios principalmente racionales a la hora de tomar decisiones,

que sean capaces de juzgar en forma adecuada las diferentes alternativas que se les presentan, que puedan pensar y razonar por sí mismos”.

### **Problemas en la enseñanza de la ciencia.**

Como ya hemos visto hasta ahora, la inclusión del estudio de las ciencias representa una parte medular en la formación del alumnado, sin embargo, existe un desconocimiento por parte de ellos hacia lo que representa la disciplina. García y Cauich (2008) plantean diversas causas acerca de las problemáticas de la educación en ciencia. Ellos argumentan que uno de los orígenes es la poca o nula motivación en la educación básica, provocado en gran medida por el diseño de programas que están alejados de la realidad del estudiante haciendo que aprendan sólo conceptos (p. 113).

Asociado a lo anterior, cuando el alumno pregunta ¿Para qué sirve esto, profesor? La respuesta a menudo es que en un futuro lo verá, de manera que, se prepara al alumno para el ingreso a la educación superior, así, “queda supeditada la educación científica a las exigencias de la enseñanza universitaria” (Acevedo, 2004, p. 4).

En opinión de Solbes y cols. (2007) uno de los problemas al enseñar ciencias es que existe una valoración negativa acerca de éstas ya que, en el imaginario colectivo, la ciencia se puede utilizar para hacer daño a otras personas, como las armas biológicas (p. 94). Para Campanario y Moya (1999) la concepción de que las ciencias son puramente ecuaciones matemáticas imposibles de resolver y que los conceptos de ésta solo se tienen que asimilar de forma memorística más que comprenderlos representan uno de los mayores obstáculos para su enseñanza (p. 179).

De acuerdo con Torres (2009), los principales factores que afectan el aprendizaje de las disciplinas científicas son: la estructura de los contenidos conceptuales, la falta de preparación de los profesores, la influencia de los conocimientos previos y las preconcepciones de los alumnos.



- Programas de estudio. En lo que respecta al contexto escolar, el problema recae en los programas de estudio que en ocasiones están formados por contenidos abstractos y de poco interés para los estudiantes quienes ven los contenidos como temas obligatorios, sin utilidad o poco aplicables en la vida cotidiana, lo que genera resistencia al proceso educativo (García y Cauich, 2008; Pozo y Gómez, 2006).
- El papel del profesor en la enseñanza de las ciencias. Una de las dificultades que presenta el ejercicio docente en ciencias es el desempeño de los profesores quienes, a pesar de la existencia de múltiples estrategias, utilizan algunas poco eficaces, que no generan un aprendizaje significativo, sólo la memorización del contenido por parte del alumno (Torres, 2010). Campanario (1999) menciona que, en esas estrategias, el proceso que predomina en las aulas coloca al maestro como un transmisor del conocimiento y quien considera la enseñanza como una actividad de fácil desempeño, que no requiere de preparación o bien, que los resultados desfavorables se deben a las deficiencias de los estudiantes.
- Las ideas previas y preconcepciones. Campanario (1999) considera que las ideas que poseen los alumnos y sus preconcepciones acerca del conocimiento científico influyen en gran medida en el fracaso escolar. Por ejemplo, según Caballer (1992) y Pozo y Gómez (2006), los alumnos tienen explicaciones sobre los fenómenos naturales distintas a las que se proporciona en la escuela y en muchas ocasiones, estas preconcepciones resultan difíciles de modificar y lo que dificulta el aprendizaje de las asignaturas científicas. Además, los alumnos consideran que han aprendido ciencia al memorizar el contenido de un libro o repetir la explicación del profesor.

### 3.1 Problemas en la enseñanza de la biología

De acuerdo con diferentes investigaciones, existen varias razones que dificultan en el aprendizaje de conceptos y temas biológicos

A continuación, se presentan una serie de circunstancias asociadas a múltiples factores del contexto educativo.

- Problemas asociados a los profesores

Cómo enseñar eficazmente es un problema abierto. Comúnmente, los profesores utilizan métodos de enseñanza que privilegian la memorización del contenido, lo que frecuentemente produce poco éxito en el aprendizaje y genera que el alumno disminuya su interés por la biología (Çimer, 2011).

La enseñanza de la biología requiere que el alumno posea determinados conceptos previos para desarrollar la comprensión nuevos temas; no obstante, los docentes dan por hecho que los estudiantes cumplen con este requisito el cual es necesario para el aprendizaje significativo de los procesos biológicos (Tekkaya, et al, 2001).

Por otra parte, la mayoría de los libros de texto de biología son enciclopédicos y contienen gran cantidad de términos técnicos por capítulo, como consecuencia, muchos profesores intentan enseñar la mayor cantidad de información contenida en éstos, lo que genera que los estudiantes aprendan por memorización y no adquieran un aprendizaje significativo (Chiapetta y Fillman, 1998).

- Problemas asociados a los programas de estudio

Según Lazarowitz y Penso (citado por Çimer, 2011) el aprendizaje de la disciplina se complica debido a los niveles de abstracción de los conceptos biológicos, los programas de estudio de biología recargados y el contenido de los libros de texto hacen el aprendizaje difícil, situación que genera una disminución en la motivación por la biología. Generalmente, los programas de estudio son adecuados para la edad de los estudiantes, no obstante, los contenidos están alejados de los intereses

y expectativas de los alumnos. Por otro lado, la gran cantidad de temas que los conforman y el tiempo disponible para cubrirlos, que en la mayoría de los casos resulta insuficiente, promueve la enseñanza por exposición y centrada en el docente (Chiapetta y Fillman, 1998; Sosa, et. al. 2012).

### **3.2 La situación de la biología en México: dos ejemplos.**

En México, la enseñanza de la biología no está exenta de los problemas mencionados anteriormente. Por ejemplo, Tirado y López (1994) realizaron un estudio para conocer el grado de apropiación de conocimientos básicos de biología en estudiantes que cursan la carrera. Los resultados arrojaron que los alumnos contestaron acertadamente sólo el 63% de las preguntas del cuestionario, lo que demuestra una importante deficiencia en su formación básica de la disciplina (Tirado y López, 1994). En lo que respecta a la educación media superior en nuestro país, particularmente en el Colegio de Ciencias y Humanidades, las asignaturas de biología ocuparon el tercer lugar en reprobación durante el ciclo escolar 2011 (Muñoz, et al., 2012).

La falta de habilidades metacognitivas de los alumnos se suma a la lista de dificultades que presenta la enseñanza de las ciencias. Por ejemplo, Campanario (2000) reporta que se han publicado algunos trabajos donde se demuestra que los alumnos no aplican estrategias metacognitivas o las utilizan inapropiadamente en las clases de ciencias. Se ha visto que en los últimos años ha ido incrementado el interés por abordar el problema del aprendizaje y el conocimiento desde el punto de vista de una participación activa de los alumnos cuyo eje básico lo constituyen, según Osses y Jaramillo (2008): la flexibilidad, la autoconciencia y el autocontrol.

Según las autoras, cada vez es más necesario que los estudiantes de todos los grados académicos mejoren sus potencialidades a través del sistema educativo “aprendiendo a aprender” y “aprender a pensar”, de tal manera que los alumnos

sean capaces de autodirigir su aprendizaje, transferirlo a otros ámbitos y utilizarlo para situaciones de la vida cotidiana. Para que los niños, adolescentes y jóvenes “aprendan a aprender” y “aprendan a pensar” es necesario que los profesores adquieran y utilicen oportunamente estrategias de enseñanza cognitivas orientadas al autoaprendizaje y al desarrollo de habilidades metacognitivas, es decir, los profesores tienen que “enseñar a aprender” (Osses y Jaramillo, 2008; Burón, 1993).

Sin embargo, lo anterior poco se lleva a cabo debido a lo que Novak (1991) identifica como “los principales obstáculos” que presenta generar la habilidad de “aprender a aprender”:

a) La falta de motivación por parte de los alumnos para aprender significativamente disminuye debido a que toda la atención, tanto de los profesores como de los alumnos, se centra en exámenes de “dudosa utilidad” lo cual favorece el aprendizaje mecánico y genera que la asignatura sea poco trascendental para la vida de los alumnos.

b) El tiempo para cubrir el programa de estudios vuelve a ser un factor que dificulta el aprendizaje significativo pues, como ya se ha mencionado, en muchas ocasiones resulta insuficiente. Además, rara vez el contenido se encuentra asociado a la vida cotidiana de los alumnos y los profesores ponen poco o nulo énfasis en cómo se construyó el conocimiento.

c) Las asignaturas de ciencias (y de las matemáticas también) suelen ser abstractas; es decir, tanto los profesores como los alumnos en muy pocas ocasiones “visualizan la estructura de los conceptos que dan sentido a los enunciados que memorizan...” por lo que la materia debe ser conceptualmente transparente para que pueda ser aprendida significativamente.

Para tratar de resolver las dificultades anteriores Burón (1993) recomienda enseñarle al alumno “de forma metódica, sistemática y persistente qué debe hacer y cómo lograr lo que se espera de él”, en otras palabras, se requiere que el profesor

proporcione a los estudiantes estrategias metacognitivas para lograr un aprendizaje significativo. Por desgracia, dicha práctica no se lleva a cabo o se realiza ineficientemente, según Campanario (2000).

Campanario (2000) reporta que diversos estudios han constatado que la mayoría de los alumnos de secundaria no se les ha enseñado estrategias metacognitivas, por ello, cuando ponen en práctica estas estrategias, las primeras veces, lo hacen de manera errónea y como consecuencia tienden a considerar que poseen una mayor capacidad de completar tareas de la que realmente poseen o bien, valoran su comprensión de manera errónea.

En lo que respecta a la lectura de textos científicos, Campanario (2000) menciona que los estudiantes de enseñanza media y superior frecuentemente carecen de la capacidad para detectar errores cuando realizan la lectura de textos científicos cortos, son poco críticos de la información que se proporciona y casi nunca cuestionan lo que leen. Tales estudios señalan que, en muchas ocasiones, los alumnos no detectan inconsistencias explícitas cuando estudian textos de contenido científico y no calibran bien su comprensión sobre estos, también presentan dificultades para “evaluar el grado de corrección y aceptabilidad de las explicaciones de los fenómenos científicos” o inventan falsas explicaciones sobre los fenómenos naturales sin aceptar que no han entendido la explicación sobre el mismo.

Baker (2009), reporta otro problema asociado a los anteriores: un patrón de lectura que se repite constantemente. Menciona que entre más jóvenes son los lectores, tienen menor conciencia de que deben tratar de comprender el texto y no sólo codificarlo.

Para Burón (1993), lo anterior puede extrapolarse a cualquier habilidad cognitiva relacionada con el aprendizaje escolar y asocia las deficiencias metacognitivas de los alumnos a la labor docente. Su crítica radica en que los profesores exigen a los alumnos memorizar o realizar diversas actividades académicas sin enseñarles de

forma metódica, sistemática y persistente qué debe hacer y cómo para lograr lo que se espera de él.

Poseer habilidades metacognitivas es de suma importancia para el aprendizaje de las ciencias, por ejemplo, aquellos alumnos que poseen estas habilidades disponen de una mayor cantidad de estrategias adecuadas que les permiten detectar fallos en su estado actual de comprensión basado en su conocimiento previo, mismo que puede ser erróneo, poseen esquemas adecuados para interpretar y acomodar la nueva información, utilizan las analogías en el cambio conceptual y alcanzan un mayor grado de aprendizaje (Campanario, 2000).

Por otro lado, Campanario (2000) menciona que la relación entre la metacognición y el aprendizaje de las ciencias existe cuando los alumnos aplican estrategias científicas y al mismo tiempo estrategias cognitivas y metacognitivas, lo que sucede cuando tienen la capacidad de comparar, organizar de manera coherente la información, predecir, formular hipótesis e inferir y tomar conclusiones.

Por lo anterior, las investigaciones en didáctica de las ciencias están poniendo cada vez más atención a la metacognición, elemento básico de cualquier aprendizaje, debido a que existen pocos trabajos donde se asocian los problemas en el aprendizaje de las ciencias con las dificultades derivadas de la falta de destrezas metacognitivas.

## 4. El aprendizaje

El aprendizaje es un proceso que ha sido ampliamente discutido en investigaciones de Psicología Educativa. En opinión de Lachman (1997), la mayoría de las definiciones de aprendizaje en los libros de texto hacen hincapié en que el aprendizaje es el cambio de comportamiento debido a la experiencia. Por su parte Schunk (2012), enumera y define tres criterios del aprendizaje, involucrando 1) el cambio de conducta o de la capacidad de conducirse, 2) el aprendizaje a lo largo del tiempo y 3) el aprendizaje se logra por medio de la experiencia.

Domjan en 2015 parte de los criterios arriba mencionados para definir el aprendizaje como: “cambio duradero en los mecanismos de conducta que implica estímulos y/o respuestas específicas que resultan de la experiencia previa con esos o similares estímulos y respuestas” (p. 24).

Ahora bien, existen diferentes teorías que han intentado explicar el aprendizaje humano y las cuestiones que influyen en él. De manera que se han propuesto los modelos conductista, sociocultural, constructivista y cognitivo.

El modelo conductista, con las aportaciones de Pavlov a la teoría del aprendizaje con su trabajo denominado condicionamiento clásico, propone que, existen diferentes procesos básicos. Para Pavlov, durante el aprendizaje se presenta un estímulo incondicionado (EI) que provoca una respuesta incondicionada (RI). Las respuestas incondicionadas son todas aquellas que no necesitan haber sido aprendidas para llevarlas a cabo. Un estímulo neutro (EN) no desencadenará ningún RI pero si es apropiadamente asociado con un EI, se puede hacer una asociación predictiva entre el estímulo neutral y el EI lo que desencadena una respuesta. Cuando se presenta el estímulo condicionado (EC) que produce una respuesta condicionada (RC).

Barrhus Frederic Skinner propone una teoría conductual denominada condicionamiento operante en la que enfatiza la conducta observable y afirma que se puede aprender por asociación, refuerzos y motivos extrínsecos, así, el individuo



aprende a través de la repetición, asociación del refuerzo y del castigo con el fin de reducir la conducta inadecuada y que permanezca la conducta deseable de manera que Skinner (1976) define al aprendizaje como “un cambio en la probabilidad de la respuesta” (p.22).

Los procesos básicos en el condicionamiento operante son: 1) el reforzamiento que es el responsable de fortalecer la respuesta a través de un estímulo, 2) extinción que implica que ya no se presenta la conducta como consecuencia de la falta de reforzamiento, 3) generalización, una vez que cierta respuesta se presenta con regularidad ante un estímulo la respuesta también puede presentarse ante otros estímulos.

Hasta esos momentos se había definido al aprendizaje siempre en función del cambio de conducta, pero poco se había tomado en cuenta al individuo y el proceso de aprendizaje que no está supeditado al estímulo-respuesta y que es un ente activo en la construcción de su propio conocimiento.

El modelo sociocultural propuesto por Lev Semionovitch Vygotski, postula que el individuo aprende de las relaciones sociales activas y observando a las personas que resultan significativas en los diferentes ambientes en los que participa. La interacción entre lo que el aprendiz puede hacer por sí mismo y lo que puede hacer con ayuda de otros la llama zona de desarrollo próximo (Santrock, 2019).

Con respecto al modelo cognitivo, la persona aprende utilizando estrategias de aprendizaje significativo como la selección, organización y elaboración de contenidos que deben dar lugar a la comprensión.

En este contexto, Moreira (1997) menciona que una buena enseñanza debe ser constructivista, debe promover el cambio conceptual y debe promover el aprendizaje significativo, este último concepto fue propuesto por David Ausubel en 1973 en donde define el aprendizaje significativo como el proceso en el cual se relaciona un nuevo conocimiento o una nueva información con la estructura

cognitiva de la persona que aprende, sin ser arbitraria (Rodríguez, 2008). Debe entenderse la estructura cognitiva como el conjunto de conceptos previos que otorgan significado al nuevo contenido. La no arbitrariedad se refiere a que el material potencialmente significativo se relaciona con el conocimiento ya existente en el individuo, pero no con cualquier conocimiento previo si no con conocimientos específicos relevantes así, este conocimiento previo sirve como base para la incorporación, comprensión y fijación de nuevos conocimientos (Moreira, 1997).

Finalmente, la promoción del aprendizaje significativo implica partir de lo que los alumnos conocen sobre un tema en específico y es indispensable que el alumno tenga la disposición de participar activamente en su proceso de aprendizaje, para ello es importante la motivación y conocer cómo es que se aprende, es decir, tener presente la metacognición.

## 4.1 Metacognición

Cuando se genera un aprendizaje interactúan diversas operaciones mentales o procesos cognitivos, básicos como la memorización, atención, lectura, escritura, comunicación, etc. A su vez, se deben activar los conocimientos previos adecuados y las estrategias cognitivas para lograr determinados objetivos. Para saber que los procesos básicos se están utilizando efectivamente, que el conocimiento previo es el pertinente y que las estrategias utilizadas son las apropiadas, los estudiantes deben tener conocimiento de sus operaciones mentales y el control de sus propios procesos cognitivos. A este conocimiento de nivel superior se le denomina metacognición.

La investigación sobre la metacognición tuvo su origen en la década de 1970 con los trabajos John Flavell (1976) y Ann Brown (1978), ambos psicólogos del desarrollo.

Flavell (1976) define a la metacognición como: “el conocimiento que uno tiene acerca de los propios procesos y productos cognitivos o cualquier otro asunto relacionado las propiedades de la información, relevantes para el aprendizaje o cualquier otra cosa relacionada con los procesos y productos cognitivos” (p. 232).

Brown (1978) definió la metacognición como “el conocimiento de nuestras cogniciones”. Carretero (2001) la refiere como el conocimiento que las personas construyen respecto de su propio proceso cognitivo mientras Burón (1996) sugiere llamarla conocimiento autorreflexivo y la define como el conocimiento que tenemos de todas estas operaciones mentales: qué son, cómo se realizan, cuándo hay que usar una u otra, qué factores ayudan o interfieren su operatividad.

Esencialmente la metacognición es el conocimiento y regulación de nuestras propias cogniciones y nuestros procesos mentales. Por ejemplo, se practica la metacognición cuando sabemos los problemas y dificultades para aprender un tema, cuando tomamos nota de algo porque sabemos que se nos olvidará, saber

los procesos cognitivos adecuados para enfrentar una tarea, seleccionar y evaluar la utilidad de una estrategia para la organización de un contenido, etc.

Baker (1989) afirma que la metacognición implica el conocimiento de las propias cogniciones y el control (regulación) de la actividad mental. El conocimiento sobre la cognición hace referencia a lo que se sabe acerca de la cognición, al autoconocimiento como estudiante, las características de las tareas correspondientes y las estrategias que se utilizan para realizar dichas actividades eficazmente. El control de la metacognición, también llamado aprendizaje autorregulado, hace referencia a la idea básica de que el estudiante es un participante intencional y activo, capaz de dirigir su propio aprendizaje a través de la planificación para abordar una tarea, la evaluación del progreso de la actividad y la modificación de la táctica en caso de presentar dificultades que impidan avanzar en determinadas tareas (Baker y Beall, 2009).

A decir de Barón (1996), el control de los procesos mentales implica: a) planificar la actividad mental antes de enfrentarse a una tarea, b) monitorear la eficacia de la actividad iniciada y c) comprobar los resultados. En otras palabras, la actividad metacognitiva requiere saber qué objetivos se quieren cumplir y saber cómo conseguirlos (autorregulación o estrategias).

Sin embargo, Baker y Cerro (2000) mencionan que existen desacuerdos con respecto a estos componentes. Mientras que algunos investigadores identifican cuatro posibles facetas de la metacognición, otros opinan que la definición debe restringirse sólo al conocimiento de la cognición con exclusión de los procesos de regulación. En el presente trabajo tomaremos ambos aspectos del proceso metacognitivo, el conocimiento de los propios procesos intelectuales, así como la regulación de estos.

Un estudiante llega a la madurez metacognitiva cuando sabe qué desea conseguir y cómo conseguirlo, para saber cómo es necesario que el individuo posea estrategias adecuadas y eficaces para autorregular sus operaciones mentales. Para lograr la autorregulación es necesario enseñar estrategias eficaces de aprendizaje (Barón, 1996). Por ejemplo, tener una buena estrategia para comparar significa que se ha desarrollado bien la habilidad para regular eficazmente la actividad cognitiva responsable de la comparación.

Para responder adecuadamente a cada una de las exigencias de la vida cotidiana, es necesario autoconocimiento, diferenciar las funciones de nuestros procesos cognitivos y saber dónde, cuándo y cómo tenemos que usar cada una de ellas. De manera que la práctica de las habilidades metacognitivas representa una alternativa de mejora en el aprendizaje de la Biología.

## 4.2 Enseñar a aprender

Según Burón (1993), para que un alumno desarrolle la metacognición es necesario que se les enseñe a aprender; de esta manera el estudiante se forma eficazmente trabajando metacognitivamente y así se dará cuenta de sus debilidades y aciertos, de su falta de conocimientos sobre el tema y lo que sabe acerca de este, de la diferencia entre memorizar y comprender, etc. Para llevar a cabo lo anterior, es necesario incluir la habilidad reguladora; es decir, el alumno también necesita conocer qué tipo de estrategias son más eficaces para superar sus debilidades o bien, para aprender a aprender. Para lograr esto, el autor recomienda incluir ejercicios útiles para que todos los alumnos desarrollen, al mismo tiempo, estrategias eficaces de aprendizaje de y aprender a aprender.

En opinión de Burón (1993) cuando se habla de estrategias de aprendizaje debe hacerse referencia a la definición de Díaz Barriga (2022), cuya efectividad en el

mejoramiento del rendimiento escolar se supone o ha sido probada y se utilizan para adquirir una mayor cantidad y calidad de conocimiento con un menor esfuerzo.

La principal diferencia que existe entre la enseñanza basada en el profesor con la enseñanza apoyada en estrategias metacognitivas es el impacto que tiene en los alumnos. En otras palabras, las estrategias metacognitivas generan un aprendizaje autorregulado con el cual los alumnos desarrollan determinadas habilidades que les permiten autodirigir su aprendizaje, planificar y monitorear los conocimientos adquiridos y evaluar lo aprendido (Baker y Cerro, 2000).

Pero no sólo basta enseñar con estrategias, también es necesario que el profesor explique cómo se elaboran, cuándo y para qué utilizarlas. De esta manera, el estudiante será capaz de observar la eficacia de las estrategias elegidas, compararla con otra y cambiarla según lo requiera. Poseer una buena estrategia de trabajo impacta directamente en la motivación del alumno: un estudiante metacognitivamente desarrollado se mantiene motivado por más tiempo debido a que realiza un mayor esfuerzo para realizar una tarea, posee las herramientas para realizarla y sabe que si realiza un mayor esfuerzo su rendimiento será superior (Burón, 1993).

### **4.3 Importancia de la metacognición en el aprendizaje y la enseñanza.**

Las teorías de Lev Vygotsky y Jean Piaget contienen un enfoque implícito de los procesos metacognitivos. Por un lado, la teoría de Vygotsky plantea, de manera general, que los niños desarrollan la capacidad de autorregulación a través de la interacción con personas que poseen más conocimientos y son ellos quienes monitorean las actividades cognitivas de los infantes; con el tiempo, los niños asumen esa responsabilidad. Dicha transición se considera una actividad

metacognitiva debido a que los individuos “desafían” y reflexionan sobre sus propios pensamientos. Lo anterior proporciona la base para ejercer la docencia con fines metacognitivos: el profesor inicia la instrucción como guía y proporciona a los alumnos las estrategias cognitivas y metacognitivas con una liberación gradual de la responsabilidad para el estudiante. Por otro lado, Piaget asume que la discusión y colaboración entre compañeros ayuda a controlar su propio entendimiento y armar nuevas capacidades estratégicas (Baker, 2009).

Fue a partir de los estudios de Flavell y Brown que empezaron a generarse una gran cantidad de investigaciones que han demostrado la importancia de la metacognición en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Según Baker (2009), en estas investigaciones se ha observado que los alumnos tienen un mejor aprendizaje cuando poseen control y conocimiento de sus propios procesos cognitivos, lo que resulta favorable para la transferencia del aprendizaje debido a que pueden aplicar los conocimientos adquiridos en un determinado contexto a otro cuando tienen más conciencia de sí mismos como aprendices, si monitorean sus estrategias y recursos, y si evalúan su preparación para las pruebas y otras actuaciones. Baker también señala que, al mejorar la metacognición, mejora el aprendizaje que a su vez contribuye a mejoras adicionales en la metacognición.

Entre las herramientas metacognitivas que han mostrado ser eficaces para apoyar el aprendizaje se encuentran los mapas conceptuales, objeto del presente trabajo.

#### **4.4 Actividades para el desarrollo de habilidades metacognitivas en el aprendizaje de las ciencias.**

Como ya se ha mencionado, la metacognición es de suma importancia para la enseñanza aprendizaje de las ciencias. En el conocimiento metacognitivo, a decir de Mariano (2020) existen tres componentes:



- 1) Conocimiento declarativo: es todo aquel conocimiento que pueda explicarse sobre lo que se sabe y lo que no se sabe sobre uno mismo como aprendiz y los factores que influyen en el desempeño.
- 2) Conocimiento procedimental: es el saber cómo utilizar las diferentes estrategias para abordar una tarea, por ejemplo, conocer cómo tomar notas, resúmenes o utilizar mnemotécnicas.
- 3) Conocimiento condicional: es el conocimiento de cuándo y por qué utilizar una determinada estrategia.

Como también ya se ha abordado, la regulación es un proceso importante dentro de la metacognición. Mariano (2020) también distingue tres componentes de este proceso:

- 1) Planeación: Se realiza antes de abordar la tarea y se refiere a aquellas actividades anticipatorias necesarias para abordarla. Por ejemplo: definir objetivos, establecer qué pide la consigna y para qué, seleccionar estrategias que se utilizarán para resolverla, activar el conocimiento previo, hacer predicciones, asignar recursos, planificar el trayecto, consensuar los criterios de evaluación.
- 2) Monitoreo. Es un proceso de regulación que ocurre mientras se está realizando la tarea y se refiere a la propia consciencia sobre la comprensión o la performance en una tarea. Por ejemplo: revisar el plan a medida que se avanza, monitorear y verificar el progreso según los objetivos, controlar el manejo del tiempo.
- 3) Evaluación. Se da luego de finalizada la tarea y se refiere a la valoración de los productos y procesos regulatorios del aprendizaje. Por ejemplo: evaluar el trabajo a partir de los objetivos propuestos en el momento de la planeación, interpretar el resultado, discutir y reflexionar sobre el proceso de aprendizaje.

Así, la importancia de fomentar la metacognición en la enseñanza de la ciencia, según Pozo (2016), es que en la actualidad la sociedad está inmersa en la información, pero se atiende poco al conocimiento. Los futuros ciudadanos, así como los actuales deberán tomar decisiones sobre temas de salud, transgénicos o pérdida de la biodiversidad y otras cuestiones y para ello los modelos científicos aprendidos en la escuela deben ser de ayuda para la toma de dichas decisiones. Sin embargo, Mariano (2020) plantea que para pasar de la información al conocimiento es necesaria la reflexión sobre los propios modos de pensar lo que nos lleva inevitablemente al desarrollo de la metacognición.

Para fomentar la metacognición en la enseñanza se deben cumplir algunas características:

- 1) Se debe informar a los alumnos de los beneficios y explicarles el propósito de este tipo de enseñanza.
- 2) La enseñanza de las estrategias metacognitivas debe ser explícita para lograr la conciencia de los estudiantes sobre sus propios procesos de pensamiento.
- 3) La promoción de la metacognición debe ser mantenida en el tiempo y ser transversal a las asignaturas.
- 4) El docente debe modelar las estrategias metacognitivas.

Con lo arriba expuesto llegamos nuevamente a los mapas conceptuales como herramienta metacognitiva (Campanario, 2000, 2001; Mariano, 2000).

## **5. Planteamiento del problema**

De acuerdo con Campanario y Moya (1999), los principales factores que afectan el aprendizaje de las disciplinas científicas son la estructura de los programas de estudio, la falta de profesionalización de los docentes quienes utilizan métodos de enseñanza que privilegian la memorización del contenido, la influencia de los conocimientos previos y las preconcepciones de los alumnos.

La enseñanza de la biología, como disciplina científica, no está exenta de los problemas mencionados anteriormente y se ha dejado de lado el aprendizaje significativo del contenido disciplinar, el cual los alumnos ven alejado de sus intereses y expectativas (Çimer, 2012).

Aunado a lo anterior, la complejidad del tema abordado en este trabajo representa un obstáculo por lo que se ha favorecido su enseñanza de manera expositiva, pasiva, memorística y hasta repetitiva.

En este contexto, el reto actual de la enseñanza es proporcionar estrategias que los alumnos puedan utilizar para el manejo de la información, para su aprendizaje y autorregulación. (Gallardo, 2011). Así, la utilización de los organizadores gráficos representa una excelente oportunidad para que los alumnos cuenten con una estrategia que les permita analizar, sintetizar y asimilar el conocimiento para llegar a la autorregulación del aprendizaje.

Por ello, el planteamiento del problema se expresa en la siguiente pregunta ¿La utilización de los mapas conceptuales, como estrategia de enseñanza-aprendizaje, pueden mejorar el rendimiento académico en temas relacionados con los contenidos de Biología específicamente el tema de Extinciones?

## 6. Justificación

El objetivo principal de la enseñanza de la ciencia es la formación de ciudadanos con la capacidad de resolver problemas personales y sociales de una manera reflexiva, informada y responsable. La educación científica proporciona al individuo esta capacidad, además le proporciona una mayor calidad de vida y habilidades de razonamiento lógico permitiéndoles tomar decisiones informadas, lo que fomenta el ser partícipe en la sociedad, así como en el mercado laboral (Lemke, 2006). Sin embargo, la enseñanza y el aprendizaje de las disciplinas científicas, entre ellas la Biología, han venido presentando una serie de dificultades, y toca a los profesores desde el aula, mejorar la enseñanza y el aprendizaje significativo de su disciplina.

Existen diferentes estrategias, basadas en el enfoque constructivista, que el docente emplea con la intención de facilitar el aprendizaje significativo en los alumnos. Tales estrategias de enseñanza han demostrado una alta efectividad, por lo que son utilizadas ampliamente en el ámbito escolar; los organizadores gráficos son ejemplo de tales estrategias (Díaz-Barriga, 1999).

Los organizadores gráficos, como los mapas conceptuales, cuadros comparativos, líneas de tiempo, etc.; están basados en la teoría de David Ausubel (1963), que establece que el aprendizaje significativo se genera cuando el conocimiento nuevo se relaciona con el conocimiento que ya posee el individuo. Ausubel menciona que el aprendizaje es ineficaz si el alumno sólo se enfoca en la repetición mecánica del conocimiento sin asociarlo a los conocimientos que ya posee (Pozo, 1997).

Para facilitar la enseñanza “receptivo-significativa”, Ausubel propone la exposición organizada de los contenidos para conseguir una comprensión adecuada por parte de los estudiantes. Para esto, existen diferentes organizadores previos que el profesor proporciona como guía para organizar el conocimiento y estructurarlo, con la finalidad que el alumno establezca relaciones adecuadas entre el conocimiento nuevo y el que ya posee (Carretero et al. 1997).

## 6.1 Organizadores gráficos

Los Organizadores gráficos (OG) son representaciones visuales de conocimiento, de información, rescatando los aspectos importantes o conceptos de una temática. Para Jiang & Grabe (2007), los OG son una representación visual de la información en el texto. Por otra parte, también se puede considerar a los OG como pantallas espaciales de información conceptual, jerárquica que pueden representar tanto relaciones horizontales como verticales. (Katayama et al, 1997, p. 3; Campos, 2005 p. 10). Así mismo, Muñoz-González y colaboradores (2011 p. 346) consideran a los OG como “elementos, técnicas o estrategias para transformar la información en conocimiento”.

Con las consideraciones arriba mencionadas cabe preguntarse ¿Para qué sirven los OG? Para ello, Campanario y Moya (1999) consideran que los OG como mapas, esquemas, etc., son el producto de la actividad de síntesis de una investigación. Para Campos (2005), el conocimiento y utilización de los OG son tan importantes para el profesor como para el alumno. El mismo autor, así como Ontoria (2003) y Dürsteler (2002) refieren que se pueden obtener múltiples beneficios utilizando los OG como estrategias de enseñanza-aprendizaje como son:

1. Promover el pensamiento crítico y creativo.
2. Facilitar la relación entre los contenidos.
3. Categorizar conceptos de manera jerárquica, tanto horizontal como verticalmente.
4. Facilitar el desarrollo del vocabulario.
5. Favorecer el aprendizaje de textos tradicionales.
6. Ayudar en la representación de contenidos.
7. Facilitar la información obtenida de diferentes fuentes.
8. Promover el pensamiento dirigido (autogestión, autoanálisis y autorregulación).
9. Facilitar la construcción de memoria semántica.

De manera que, el uso de los OG representa una excelente oportunidad para que los alumnos puedan desarrollar dichas habilidades y puedan utilizarlas en su vida cotidiana, tomando en cuenta la propuesta de vida cotidiana de Berger y Luckman (2003) que, resulta *ad hoc* para los OG y en particular para los mapas conceptuales.

Cuando se discute que los aprendices deben incorporar las habilidades a la vida cotidiana los autores refieren a este término (vida cotidiana) como algo que ya está dado y no representa problematización.

En este sentido, si ya no hay problematización es porque no se presentan inconvenientes que interfieran con la vida cotidiana, en el momento que surjan estos problemas el individuo requiere de afrontar la situación. De manera que, para comprender la tarea que tiene enfrente debe primero subjetivar el conocimiento, es decir, apropiárselo de manera que pueda construir ese conocimiento, deconstruirlo y, finalmente, reconstruirlo. Cuando el individuo (llámese estudiante, alumno, aprendiz, etc.) puede expresar de manera verbal ese conocimiento que ya asimiló se logra la objetividad, es decir, lo puede enunciar, enumerar (si es el caso), describirlo y explicarlo. Para lograr esa objetividad es necesario que el conocimiento tenga lógica, tenga un valor y un sentido; con ello, se logra dar un significado a los temas aprendidos. Así, ese problema pasa a formar parte de la vida cotidiana y en última instancia en rutina, misma que no se debe entender como algo monótono o mecanicista, sino en el sentido que le dan Berger y Luckmann (2003), como una rutina de quehacer reflexivo. Este quehacer reflexivo tendría que preguntarse “el porqué de las cosas” para problematizar el conocimiento y poder iniciar el ciclo una y otra vez de manera que siempre puede haber oportunidad de objetivar las cosas.

Por lo anterior, los mapas conceptuales representan una herramienta útil al momento de problematizar el conocimiento; así, el alumno puede analizar textos primero subjetivando el conocimiento y después objetivando e incorporando a su rutina esta habilidad.



## 7. Objetivos

Objetivo general:

- Evaluar los mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje en el tema: Extinciones

Objetivos particulares:

- Diseñar la estrategia de enseñanza-aprendizaje basada en mapas conceptuales.
- Comparar el nivel topológico alcanzado en la construcción del mapa conceptual, con el resultado del posttest.
- Comparar el resultado del posttest en el grupo control y el grupo experimental.

## 8. Hipótesis

Tomando en cuenta que los mapas conceptuales implican la utilización del máximo de las capacidades cognitivas del alumno, cuando se imparta el tema de Extinciones aquellos que los elaboren de mejor manera, cuando se imparta en tema de Extinciones, tendrán un mayor rendimiento escolar.

## 9. Antecedentes

Después de que David Ausubel propusiera la organización de la información para un aprendizaje significativo, implementando información previa acerca de conceptos relevantes, que permita un anclaje la información nueva Barron (1969) replantea esas ideas y propone que para lograr ese aprendizaje significativo la organización de la información debería ser de forma gráfica, lo que él lo llama organizador previo.

## 9.1 Los mapas conceptuales

Los mapas conceptuales fueron desarrollados por Joseph D. Novak y su grupo de colaboradores en el año de 1972, teniendo como base la teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel. Para la elaboración de estos organizadores gráficos, los estudiantes relacionan los conceptos clave del nuevo conocimiento con los conceptos presentes en su conocimiento previo (Kinchin, 2000).

Novak y Cañas (2007) mencionan que los mapas conceptuales son muy útiles para facilitar el aprendizaje significativo debido a que funcionan como una guía para organizar el conocimiento y estructurarlo. Posteriormente el individuo utiliza el conocimiento en nuevos contextos o bien, lo retiene durante grandes periodos de tiempo. Según estos autores, así es como funciona nuestro cerebro: organizando el conocimiento jerárquicamente.

## 9.2 Características de los mapas conceptuales

Los mapas conceptuales son diagramas jerárquicos que muestran la organización conceptual de una disciplina o parte de esta. A diferencia de otras representaciones gráficas, los mapas conceptuales están formados por los siguientes elementos (Novak y Cañas, 2006):

**Conceptos.** Son representaciones mentales que se generan a partir de acontecimientos, que representan a cualquier cosa que sucede o pueda provocarse y a objetos; es decir, son cosas que existen o se pueden observar. Un ejemplo de acontecimiento puede ser “huracán” y de objeto “coche”, “perro”.

Generalmente los conceptos están representados dentro de elipses, aunque también se utilizan rectángulos o cuadrados con el mismo propósito.

**Palabras enlace.** Son aquellas que se utilizan para unir dos conceptos y, a diferencia de los otros, no generan representaciones mentales.

**Líneas rectas.** Se usan líneas para unir los conceptos. Sobre estas se escriben las palabras enlace.

**Proposiciones.** Son unidades semánticas formadas por dos o más conceptos unidos por palabras enlace.

**Enlaces cruzados.** Son relaciones o enlaces entre conceptos que se encuentran en diferentes líneas o ramas conceptuales distintas.

Una vez que se haya seleccionado el tema, se prosigue a elegir los conceptos principales, mismos que son escritos dentro de un recuadro y unidos por líneas. Una característica importante de los mapas conceptuales es la jerarquización de los conceptos; es decir, el concepto más inclusivo aparece en la parte superior del mapa y los conceptos más particulares debajo del mismo.

Cada concepto puede aparecer sólo una vez en el mapa y puede ser unido a cualquier otro del mismo o diferente nivel, formando relaciones cruzadas (Novak y Cañas, 2007).

### 9.3 Usos de los mapas conceptuales

Los mapas conceptuales han sido utilizados exitosamente en muchas disciplinas, particularmente en las ciencias, para promover una enseñanza efectiva y el aprendizaje significativo en los alumnos. Se pueden emplear como una estrategia de enseñanza que ayuda a los profesores a organizar su material. También pueden ser utilizados por los alumnos como herramienta de estudio. A su vez; los mapas se utilizan como un método que ayuda tanto a los estudiantes como a los docentes a

captar el significado de los materiales, y como recurso que ayuda a esquematizar y representar un conjunto de significados (Campos, 2005; Novak y Cañas, 2007).

Otra característica de los mapas conceptuales es su alta flexibilidad ya que se pueden usar en cualquier disciplina, en diferentes niveles educativos, con casi cualquier grupo de alumnos y en diferentes etapas del proceso de enseñanza (Edmondson, 2005).

A su vez, los mapas conceptuales pueden ser usados por los profesores y por los alumnos para organizar, sintetizar y comunicar sus conocimientos sobre un determinado tema. De este modo, los docentes utilizan los mapas conceptuales para organizar los materiales con el objetivo de incentivar el aprendizaje y mostrar la información de manera sintética y estructurada sobre un tema.

Por su lado, los alumnos pueden utilizar los mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje cuando abordan un determinado tema (Pontes, 2012).

Se pueden construir los mapas conceptuales individualmente o en equipo. El uso de mapas conceptuales como estrategia de enseñanza-aprendizaje tiene implicaciones en el ámbito afectivo-relacional del individuo debido a la participación protagónica que el alumno tiene en su propio proceso de aprendizaje. La atención y aceptación que se presta a sus aportaciones y el aumento en el éxito en su aprendizaje aumenta la autoestima del individuo. Si los mapas se construyen en equipo, su construcción favorece el desarrollo de habilidades sociales, de actitudes colaborativas y democráticas dentro del grupo de trabajo (Ontoira, 2004).

## **9.4 Ventajas del uso de los mapas conceptuales en el aula**

Los beneficios de utilizar mapas conceptuales en el salón de clase son múltiples, su uso como estrategia de enseñanza-aprendizaje está centrado en el alumno y no en el profesor, por lo que su elaboración por parte de los estudiantes ayuda a que posean un conocimiento más organizado del tema. Al mismo tiempo, los alumnos

desarrollan destrezas que les permite resolver con mayor efectividad diversos problemas (Kinchin, 2000).

Al mismo tiempo, la elaboración de los mapas conceptuales repercute el ámbito personal del alumno ya que, al construir un mapa conceptual, se vuelve protagonista de su propio proceso de aprendizaje y sus aportaciones, la aceptación de sus propuestas más el aumento en el aprendizaje favorece el desarrollo de su autoestima, al mismo tiempo que reducen su ansiedad (Ontoria, et al, 1994; Kinchin, 2000).

Trabajar con mapas conceptuales también tiene un impacto social, dado que, al negociar significados, se mejoran las habilidades sociales como trabajar en equipo o bien, tomar decisiones democráticamente (Ontoria et al, 1994).

## Uso de los mapas conceptuales en la biología

En las clases de ciencias, se ha observado que la activación del conocimiento previo es un factor fundamental para lograr un aprendizaje, como lo mencionan Clifton y Slowiaczek (1981) “nuestra habilidad para entender y recordar nueva información críticamente dependerá de lo que ya sabemos y cómo esté organizado nuestro conocimiento” (p.142).

Ausubel recomienda el uso de recursos que activen el conocimiento que ya posee el alumno para tener una mayor efectividad en el aprendizaje, haciendo que el estudiante esté consciente de lo que ya sabe sobre determinado tema. Los mapas conceptuales son una herramienta que cumple con las características mencionadas anteriormente. Kinchin (2000), reporta algunos de los usos que se ha dado a estos organizadores gráficos en las clases de biología:

- *Planeación y preparación de clases.* La elaboración de mapas conceptuales es de gran utilidad en la organización de las lecciones de biología, debido a que proporciona una estructura coherente a los materiales de enseñanza. El

uso de mapas en este rubro es de gran apoyo para que el profesor elabore materiales que cubran las necesidades del estudiante y por otro lado, disminuya la posibilidad de omitir información clave, entre otros beneficios.

- *Identificación de ideas erróneas.* Los mapas conceptuales han sido usados para revelar ideas falsas que posee cada estudiante y aquellas que comparte la mayoría de ellos. De esta forma, los profesores pueden abordar el tema de una mejor manera.
- *Guía de discusión.* Los mapas conceptuales son de gran utilidad para generar la discusión del tema en el salón de clase. Kinchin sugiere que el profesor proporcione el concepto principal y pregunte a los alumnos la posición sugerida de los otros conceptos. De esta forma, se genera un debate entre los estudiantes, que deberán justificar sus decisiones para al final llegar a un consenso.
- *Guía de lectura.* Otro uso que se le da a los mapas conceptuales es el de servir como guía de lectura a través de la identificación de conceptos clave en el texto. La elaboración del organizador gráfico muestra la conexión entre estos conceptos al mismo tiempo que funciona como resumen lo que ayuda a los alumnos a medir el nivel de comprensión del texto.
- *Herramienta de evaluación.* Los mapas conceptuales también se han utilizado como herramienta para evaluar el conocimiento de los estudiantes en diversos grados académicos.

Según Slotte y Lonka (1999) los estudiantes necesitan desafiar el texto de ciencias que leen, luchando con él y tratando de dar sentido a la materia. Lo hacen mediante la selección y organización de la información pertinente y la realización de enlaces entre los conceptos. De esta manera, la elaboración del organizador gráfico hace que la lectura pasiva se convierte en activa, pues se requiere que el estudiante manipule o transforme el material que lee haciendo a los mapas conceptuales una

de las mejores estrategias de lectura, debido a que el estudiante procesa el texto a un nivel más profundo.

Por su parte, Odom y Kelly (2001) compararon la eficacia de cuatro estrategias para la comprensión conceptual de difusión y ósmosis, en alumnos de una secundaria estadounidense: los mapas conceptuales, el ciclo de aprendizaje, la enseñanza expositiva y una combinación de mapas conceptuales/ciclo de aprendizaje. Cada grupo trabajó con una estrategia diferente. Los investigadores realizaron una evaluación inmediata y siete semanas después de la instrucción.

Los resultados fueron significativamente superiores en los grupos que trabajaron con mapas conceptuales y con la estrategia combinada, en comparación con el grupo que recibió la instrucción de manera expositiva; no hubo diferencia significativa entre el grupo que trabajó con el ciclo de aprendizaje y otros tratamientos.

En el 2006 González Yoval y col. publicaron los resultados de un trabajo realizado en la Escuela Nacional Preparatoria No. 2 “Erasmus Castellanos Quinto”, UNAM. Los investigadores utilizaron mapas conceptuales con el objetivo de explorar la forma en que alumnos provenientes de diversos sectores educativos (Secretaría de Educación Pública [SEP], Iniciación Universitaria [UNAM] y escuelas particulares) asociaban algunos conceptos importantes en el programa de Biología IV correspondiente al 5º año de bachillerato. Un total de 221 estudiantes recibieron la instrucción y realizaron ejercicios para elaborar un mapa conceptual. Con una lista de 20 conceptos que, según los autores, deben conocer al finalizar el curso cada estudiante elaboró un mapa conceptual. Los mapas fueron analizados con la Prueba de Olmstead-Tukey y corroborados con la prueba estadística de ji cuadrada. De acuerdo con los resultados obtenidos, el 48% de los mapas demostraron una estructura parecida a la propuesta por el programa de Biología IV y no existen diferencias significativas en la proporción de asociaciones entre cada sector, lo cual llevó a la conclusión de que los alumnos tienen conocimientos previos sobre ciencia



que posiblemente aprendieron en otras asignaturas (relacionadas o no con disciplinas científicas) y que la secuencia del programa de la disciplina es adecuada.

Para McClean (2004), las representaciones gráficas y las animaciones ayudan al estudiante a procesar la información que se le presenta, formar conceptos abstractos y convertirlos en objetos que pueden ser manipulados mentalmente. Es a través de estas que los alumnos asimilan grandes cantidades de información en un tiempo relativamente corto y construyen su propio conocimiento. Además del contenido, los estudiantes desarrollan habilidades que les permiten mejorar su aprendizaje.

En los cursos básicos de biología, generalmente se inicia revisando el tema de célula como estructura fundamental de todos los seres vivos, los tipos de células que hay, sus características estructurales y los procesos moleculares que la mantienen viva. Sin embargo, la mayoría de los estudiantes principiantes tienen problemas para entender estos temas debido a que presentan dificultades para visualizar las principales estructuras celulares y los procesos moleculares fundamentales, por lo que se debe de tener estrategias para que los alumnos puedan comprender y entender su complejidad (McClean, 2004).

Para Morse y Jutras (2008), los mapas conceptuales son ideales para la biología celular, debido a que es un tema organizado por conceptos y se ha demostrado que son una estrategia eficaz para la enseñanza y aprendizaje de este tema (Morse y Jutras, 2008).

Hacia el año 2009, Romero Hernández desarrolló una estrategia metacognitiva basada en mapas conceptuales para facilitar el aprendizaje de conceptos relacionados con diversidad genética en alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades, plantel Azcapotzalco, UNAM. Después de realizar una prueba para conocer las ideas previas de los alumnos respecto al tema, la profesora entrenó al grupo en la elaboración de mapas conceptuales, posteriormente impartió las clases

del contenido biológico correspondiente. Para su evaluación los alumnos elaboraron un mapa conceptual y una redacción del mismo. Los mapas fueron analizados mediante una matriz de asociación junto con la prueba de OlmsteadTukey. Subsiguientemente los mapas conceptuales fueron evaluados con el nivel de taxonomía topológica y la redacción, a través de la categoría de comprensión lectora.

Los resultados mostraron que los alumnos asociaron los conceptos de manera adecuada, identificaron los conceptos centrales y los ubicaron jerárquicamente de forma apropiada. La categoría del 55% de los mapas conceptuales se elevó al nivel 3 de taxonomía topológica y se encontró una asociación con el nivel de comprensión lectora del texto elaborado por los alumnos.

Con base en lo anterior Romero concluyó que es necesario enseñar contenidos académicos a través de estrategias que mejoren el aprendizaje, y que el uso de los mapas conceptuales son una excelente opción debido a los múltiples procesos cognitivos que tiene que realizar quien los elabora.

Márquez (2014) por su parte, realizó un estudio que tuvo la finalidad de evaluar la utilidad de los mapas conceptuales y mentales como estrategia de enseñanza-aprendizaje de la fotosíntesis. El trabajo se realizó en el Colegio de Ciencias y Humanidades del plantel Azcapotzalco de la UNAM, donde participaron alumnos de dos grupos que cursaban la asignatura de Biología III al momento del estudio.

Las calificaciones del examen diagnóstico y final fueron comparadas y se encontraron resultados significativamente favorables después de la intervención por lo que la autora concluyó que tanto los mapas conceptuales como los mentales son herramientas de gran utilidad para la enseñanza-aprendizaje de la fotosíntesis y una opción confiable para evaluar el conocimiento de los alumnos sobre el tema.

Apodaca y colaboradores en 2019 elaboraron una propuesta de mapa conceptual para abordar el tema de Evolución biológica. Los autores hacen hincapié en la

evolución como el marco que rige el aprendizaje significativo de la Biología. En este trabajo utilizaron los mapas conceptuales para que los alumnos organicen y visualicen ideas y conceptos, y por supuesto las relaciones jerárquicas entre dichos conceptos de manera que ellos mismos puedan aclarar su pensamiento, así como organizar y priorizar nueva información. Este mapa representa las relaciones interdependientes en los ecosistemas, herencia y variación de rasgos, biodiversidad, selección natural, adaptación, evidencia de ascendencia común y fósiles como evidencia de la historia de la vida.

# 10. Metodología

## Tipo de investigación

Se utilizó un diseño cuasi experimental A-B-C en cual se aplicó un pretest para saber los conocimientos previos con los que contaban los alumnos, así como los conocimientos de tipo declarativo sobre el tema de extinciones. Posteriormente se realizó la intervención con el empleo de mapas conceptuales (B) y por último un postest (C). Se elaboró un mapa conceptual acerca del tema, mismo que se utilizó como referencia.

### 10.1 Actividades previas a la elaboración de los mapas conceptuales (tomado de Novak y Gowin, 2002).

Se llevaron a cabo algunas actividades previas a la intervención con el fin de homogeneizar los conocimientos sobre mapas conceptuales y su construcción. A continuación, se describen cada una de dichas actividades:

1. Se proyectó en el pizarrón una lista de objetos que resultasen conocidos para los alumnos, como silla, microscopio, árbol, libro y otra con acontecimientos como: tormenta, atardecer, fiesta de cumpleaños.  
Se cuestionó a los alumnos sobre en qué se diferencian las dos listas. Se hizo hincapié a los alumnos que una lista es de objetos y otra de acontecimientos. Finalmente se colocó el título de cada lista.
2. Se indicó a los alumnos que cerraran los ojos y que mencionaran qué es lo primero que piensan cuando escuchan la palabra coche, perro, teléfono, televisor. Posteriormente, se guio a los alumnos para que, con base en sus respuestas, se dieran cuenta que, aunque utilizan las mismas palabras, cada persona imagina las cosas de una manera ligeramente distinta, estas imágenes mentales son los conceptos. Posteriormente se presentó la definición de concepto.

3. Se realizó una segunda actividad referente a las palabras que designan acontecimientos. Se mencionó que una de las razones por las que, a veces, resulta difícil entendernos mutuamente, es porque nuestros conceptos no son exactamente iguales incluso si se conocen las mismas palabras. Las palabras son signos para designar un concepto, sin embargo, cada persona debe adquirir su propio significado de las palabras.
4. Se comentaron otra serie de palabras como eres, ese, el, dónde, entonces, con, aunque, para, un. Se preguntó a los alumnos ¿qué imaginan cuando escuchan cada una de esas palabras? Después de escuchar sus respuestas se comentó que estas palabras no son términos conceptuales por los que se les llama palabras enlace y se utilizan cuando se habla o se escribe. Estas palabras enlace se usan junto con los conceptos para formar frases con significado.
5. Los nombres de personas, acontecimientos, lugares u objetos determinados no son términos conceptuales sino nombres propios. Se proyectaron algunos ejemplos ayudando a los alumnos a ver la diferencia entre los signos que designan regularidades en los acontecimientos y en los objetos y los que designan acontecimientos y objetos determinados (nombres propios).
6. Se escribieron en el pizarrón algunas frases cortas formadas por dos conceptos y una o varias palabras de enlace, esto con el objetivo de ilustrar cómo el ser humano utiliza los conceptos y las palabras enlace para transmitir algún significado. El perro está corriendo y Hay nubes y truenos son frases que sirvieron como ejemplo.
7. Los estudiantes formaron por sí mismos frases cortas, identificando los conceptos y las palabras enlace, además definieron si los conceptos son objetos o acontecimientos.

8. Se presentaron palabras cortas que pueden ser desconocidas por los alumnos como terro o atro. Estas palabras los alumnos ya las conocían, pero con significados peculiares. Comentar a los alumnos que el significado de los conceptos no es un tanto rígido y determinado sino algo que puede crecer y cambiar a medida que se adquieren nuevos aprendizajes.
9. Se proporcionó un texto de una cuartilla para que los alumnos lo lean e identifiquen los principales conceptos.

## **10.2 Actividades para la elaboración de los mapas conceptuales**

1. Se elige un párrafo o dos que sean significativos en un texto, los estudiantes lo leen y seleccionan los conceptos importantes, aquellos conceptos que sean necesarios para entender el significado del texto. Escribir los conceptos elegidos en una lista en el pizarrón.
2. Se coloca el concepto más inclusivo al inicio de una nueva lista y se ordenan los demás conceptos de mayor a menor generalidad o inclusividad. La discusión de la posición de conceptos en la lista generalmente es poca no hay mucha diferencia entre el orden de los conceptos. Lo anterior resulta positivo porque quiere decir que hay más de una manera de entender el contenido de un texto.
3. Una vez que se llega a este punto, se puede comenzar a elaborar un mapa conceptual utilizando la lista ordenada para construir la jerarquía conceptual. Los estudiantes deben colaborar eligiendo las palabras enlace apropiadas para formar las proposiciones.
4. Posteriormente se buscan relaciones cruzadas entre los conceptos de una sección del mapa y otra parte del árbol conceptual. De igual manera,

se pide a los estudiantes que participen en la elección de palabras enlace para las proposiciones de las relaciones cruzadas.

### **10.3 Descripción de la población estudiantil**

Se realizó una prueba piloto de la estrategia en un grupo de PAE de Biología IV a cargo de la Profesora Martha Mejía García, en la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Oriente. El grupo de alumnos que participó en este piloto consistió en una población de 21 alumnos con un promedio de edad de 23 años de los cuales 60% fueron hombres y el 40% mujeres.

Esta prueba fue utilizada para afinar detalles sobre el pretest y las actividades a realizar a lo largo de la intervención. Con base en esta prueba, se pudieron inferir algunos resultados posibles como lo son la relación de la taxonomía topológica con la evaluación del postest.

La intervención se llevó a cabo en dos grupos de estudiantes (Control y experimental) de Biología IV pertenecientes al sexto semestre del turno vespertino a cargo de la Profesora Martha Mejía García en la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Oriente.

Para la descripción de la población estudiantil atendida, en ambos grupos se utilizó un cuestionario sociodemográfico modificado de Ortiz, A., 2010 (Anexo I).

Se asignó como grupo control al grupo 655 de Biología IV. A continuación se describe la información proporcionada por los alumnos en el cuestionario sociodemográfico:

El grupo está compuesto por 21 alumnos de los cuales 13 son mujeres, representando el 62% de la población y 8 son hombres representando al 38% de la población. El promedio de edad es de 17.5 años y en su mayoría provienen del Estado de México. Asimismo, el 57% de los alumnos de este grupo menciona que estudiarán una licenciatura del área 2 eligiendo QFB (Químico Farmacéutico



Biólogo), MVZ (Médico Veterinario Zootecnista), Medicina o Química. Ningún alumno consideró la opción de estudiar Biología aun cuando todos expresaron gusto por la disciplina. Por último, es de resaltar que sólo el 14% de los alumnos refieren que sus padres cuentan con educación superior.

Se asignó como grupo experimental al grupo 865 de Biología IV. El grupo está compuesto por 20 alumnos de los cuales 50% son hombres y 50% son mujeres. El promedio de edad es de 18 años y al igual que el grupo control la mayoría de la población proviene del Estado de México. El 71% de los alumnos hacen referencia a que desean estudiar una licenciatura siendo esta del área 2 (Ciencias Biológicas y de la Salud) resaltando Medicina, Ing. Química, Psicología y Enfermería. Sólo uno de los participantes expresó su interés por estudiar Biología. Solamente uno de los alumnos refiere que sus padres tienen una profesión y se desempeñan como Docentes, el resto del grupo comenta que sus padres son comerciantes y la figura materna se dedica al hogar.

# 11. Análisis y discusión de resultados

## 9.1 Análisis de resultados del grupo experimental

Para el análisis de resultados en el grupo experimental se tomaron las siguientes consideraciones:

1.- Taxonomía topológica desarrollada por Novak y Cañas en 2006 que mide la complejidad estructural de los mapas conceptuales. La topología consta de siete niveles: que van del 0 al 6 en los cuales se valoran cinco criterios: 1) el uso de los conceptos en lugar de fragmentos de texto; 2) el establecimiento de relaciones entre conceptos; 3) el grado de ramificación; 4) la profundidad jerárquica y 5) la presencia de enlaces cruzados.

Así, se describe a continuación cada nivel topológico.

### Nivel 0

- a) Predominan explicaciones largas sobre conceptos.
- b) Sin palabras enlace.
- c) Lineal (0-1 puntos de ramificación).

### Nivel 1

- a) Predominan conceptos sobre explicaciones largas.
- b) Faltan la mitad o más de las palabras de enlace
- c) Lineal (0-1 puntos de ramificación).

### Nivel 2

- a) Predominan conceptos sobre explicaciones largas.
- b) Faltan menos de la mitad de las palabras de enlace.
- c) Ramificación baja (dos puntos de ramificación).

### Nivel 3

- a) Sin explicaciones largas.
- b) No faltan palabras de enlace.

- c) Ramificación media (3-4 puntos de ramificación).
- d) Menos de 3 niveles de jerarquía

#### Nivel 4

- a) Sin explicaciones largas.
- b) No faltan palabras de enlace.
- c) Ramificación media (5-6 puntos de ramificación).
- d) 3 o más niveles de jerarquía.

#### Nivel 5

- a) Sin explicaciones largas.
- b) No faltan palabras de enlace.
- c) Ramificación alta (5-6 puntos de ramificación).
- d) De 1 a 2 enlaces cruzados.

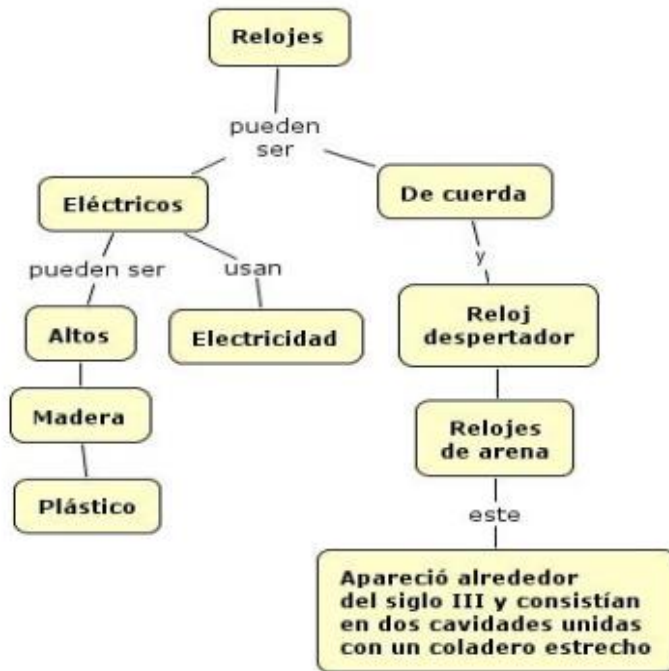
#### Nivel 6

- a) Sin explicaciones largas.
- b) No faltan palabras de enlace.
- c) Ramificación muy alta (7 o más puntos de ramificación).
- d) 3 o más niveles de jerarquía.
- e) Más de 2 enlaces cruzados.

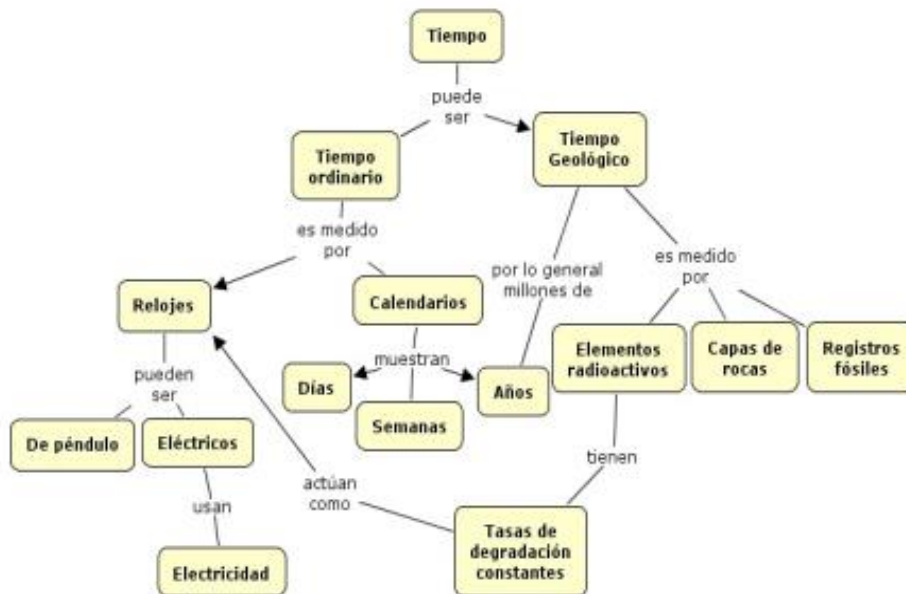
Cuando se aplica la taxonomía topológica la persona que evalúe debe ceñirse a los siguientes criterios:

- ❖ Para pertenecer a un nivel dado, un mapa debe cumplir con todos los requisitos de este nivel.
- ❖ Si un mapa no cumple con alguno de los requisitos de un nivel dado, entonces no pertenece a ese nivel sino a un nivel más abajo.
- ❖ Puede darse el caso de que un mapa de un nivel dado presente elementos de un nivel superior, sin embargo, solo cuando presente **todos** los elementos de ese nivel superior podrá pertenecer a él.

Ejemplo de mapa nivel 2



Ejemplo de un mapa nivel 5



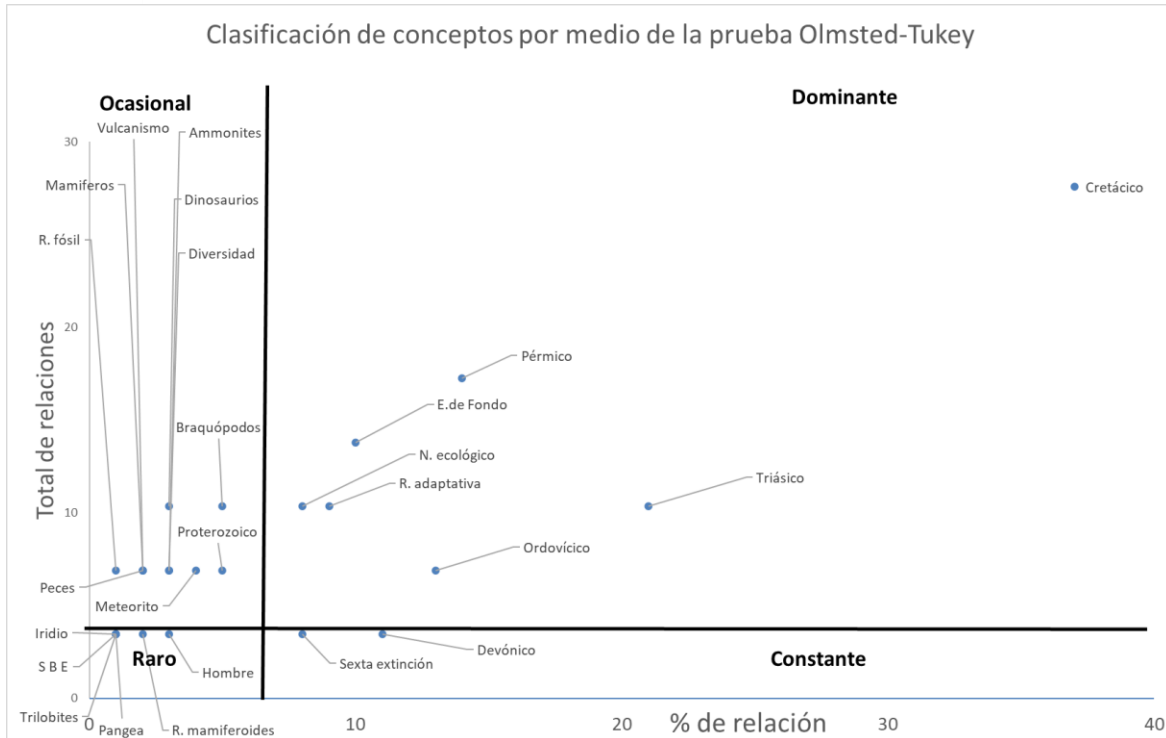
2.- Con los mapas elaborados por los alumnos, se construyó una matriz de asociación de conceptos relacionando los renglones con las columnas. Posteriormente se calculó el porcentaje de las frecuencias de la relación entre conceptos. Los elementos sombreados representan los conceptos utilizados en el mapa conceptual de referencia.

3.- Posteriormente se realizó la prueba de Olmstead-Tukey utilizando las medianas de las frecuencias de relación con la finalidad de conocer y comparar los conceptos que los alumnos utilizaron para elaborar un mapa conceptual con el tema de

	Extinción	Registro fósil	Extinción Masiva	Extinción de fondo	Diversidad	Ordovícico	Braquiópodos	Trilobites	Devónico	Peces	Pérmico	Vulcanismo	Reptiles mamíferoides	Radiación adaptativa	Triásico	Pangea	Dinosaurios	Mamíferos	Cretácico	Meteorito	Iridio	Glaciación	Snow ball earth	Nicho ecológico	Ammonites	Proterozoico	GOE	Trampa siberiana	Sexta extinción	Humano	Total de relaciones	Frecuencia de relaciones	% de frecuencias
Extinción	4	18	18	3							1	1											3							48	7	24	
R. fósil												1	1																	1	2	7	
E. Masiva	1				18			18	17	1				16		18	1			1	4									93	10	34	
E. de Fondo	2			1									1										6							10	4	14	
Diversidad													2										1							3	2	7	
Ordovícico						10	3																							13	2	7	
Braquiópodos	1			1	3																									5	3	10	
Trilobites					1																									1	1	3	
Devónico									11																					11	1	3	
Peces	1							1																						2	2	7	
Pérmico											6	2						2			1						3			14	5	17	
Vulcanismo															1							1								2	2	7	
R. mamíferoides																	2													2	1	3	
R. adaptativa	1								1								6					1								9	3	10	
Triásico											1				1	8	11													21	3	10	
Pangea																										1				1	1	3	
Dinosaurios	1	1															1													3	3	10	
Mamíferos	1												1																	2	2	7	
Cretácico				1					2	3					8	8		4	1				10							37	8	28	
Meteorito															2					2										4	2	7	
Iridio																								1						1	1	3	
Glaciación																														0			
SBE													1																	1	1	3	
N. ecológico				2					1	5																				8	3	10	
Ammonites	1																2													3	2	7	
Proterozoico																						3			2					5	2	7	
GOE																														0	0	0	
T. siberiana																														0	0	0	
Sexta extinción																												8	8	1	3		
Humano																											3			3	1	3	
Mediana																														3		7	

Tabla 1. Matriz de relación de conceptos elaborada a partir del mapa conceptual final.

Extinciones, los conceptos se clasificaron en dominantes, ocasionales, constantes y raros.



Gráfica 1. Conceptos clasificados según el método de Olmstead-Tukey.

En la tabla 1 se observan los conceptos utilizados por los alumnos al momento de elaborar el mapa conceptual aunado a los conceptos presentados en el mapa experto, las casillas sombreadas indican la relación de los conceptos presentes en dicho mapa.

Con la información anterior se puede observar que los alumnos relacionaron de manera adecuada los conceptos siendo el más utilizado el concepto de extinción asociado a las masivas y de fondo, así como la relación que tiene con los conceptos de radiación adaptativa y nicho ecológico. También se emplearon de manera constante los conceptos de Ordovícico, Triásico, Pérmico y Cretácico, siendo este último uno de los conceptos más dominantes junto con el de extinción masiva.

Dentro de los conceptos utilizados por los alumnos hubo algunos que fueron ocasionales, los cuales representan interés en la idea central del tema, como lo son la diversidad y los ejemplos de la biota que vivió en un determinado periodo y, sobre todo, la que sobrevivió a la extinción. Dentro de los conceptos que fueron poco asociados figuraron iridio, Pangea y Reptiles mamiferoides, siendo este último parte de los conceptos que se esperaba fueran constantes o dominantes, los otros conceptos no representan información central en tema.

3. Después de elaborar el mapa conceptual, se solicitó redactar un texto explicativo, posteriormente se evaluó con la propuesta de Contreras y Covarrubias (1999) que fue diseñada para niños de primaria, utilizando textos breves que expresan ideas cortas. Las autoras identifican estas categorías para medir la comprensión lectora que son las siguientes:

a) Paráfrasis reordenada (**PR**). El lector, con léxico cotidiano, reproduce enunciados y pasajes del texto jerarquizándolos a partir de una idea núcleo.

b) Paráfrasis completa (**PC**). El lector, con léxico cotidiano, reproduce enunciados y pasajes del texto detectando la idea núcleo.

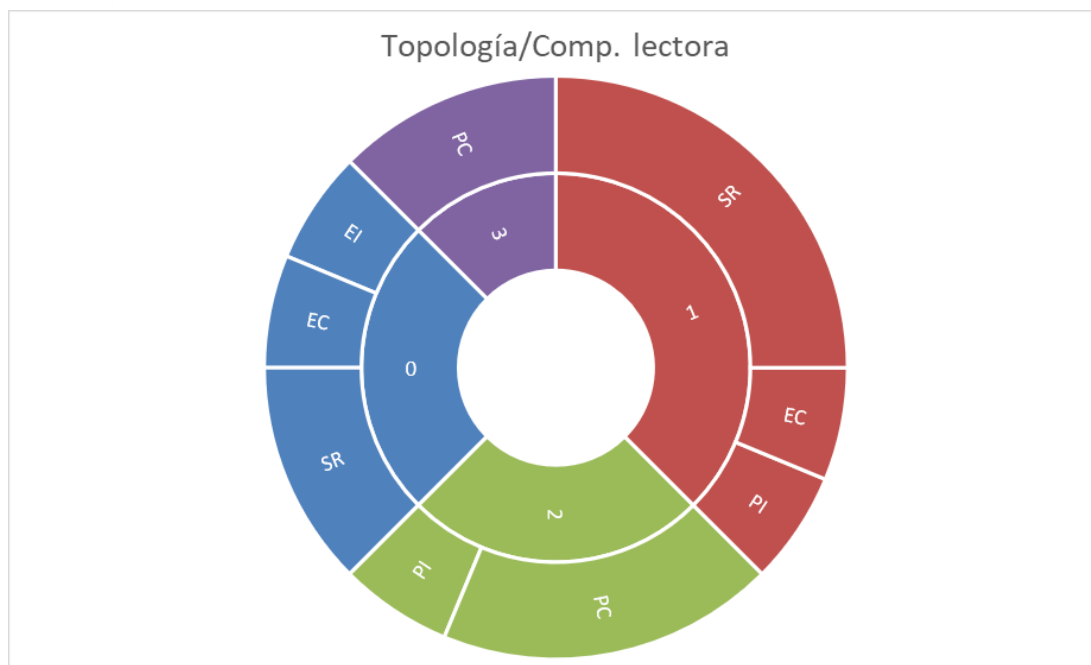
c) Elaboración congruente (**EC**). El lector construye los argumentos necesarios para entender la información sin hacer una ruptura en la continuidad de la idea núcleo.

d) Paráfrasis incompleta (**PI**). El lector, con su léxico cotidiano, trata de reproducir enunciados y pasajes del texto, pero no alcanza a detectar la idea núcleo.

e) Elaboración Incongruente (**EI**). El lector construye los argumentos necesarios para entender la información escrita sin que exista una continuidad con la idea núcleo.

f) Sin respuesta (**SR**). El lector deja en blanco el espacio asignado a la respuesta.





Gráfica 2. Nivel de taxonomía topológica de mapa conceptual y categoría en comprensión lectora. Paráfrasis completa (PC), paráfrasis incompleta (PI), elaboración congruente (EC), elaboración incongruente (EI), sin respuesta (SR). Nivel en la taxonomía topológica (0,1,2,3).

La gráfica 2 presenta los diferentes niveles topológicos alcanzados por los alumnos que van desde el nivel 0 al nivel 3. Se puede observar que, para cada nivel alcanzado, existen diferentes procesos de desarrollo de comprensión lectora.

Cuando se graficó por separado la relación entre la taxonomía topológica y la comprensión lectora, resultó que el 25% de los alumnos que obtuvieron nivel 0 en la taxonomía topológica (gráfica 3) muestran una paráfrasis de elaboración incongruente, así como una elaboración congruente en su texto explicativo. El restante 50% no presentó texto explicativo (SR).

Aquellos alumnos que presentaron un nivel 1 (gráfica 4) representaron un 16% de paráfrasis incompleta (PI) y un 17% de paráfrasis completa (PC). El restante 67% no registró texto explicativo.

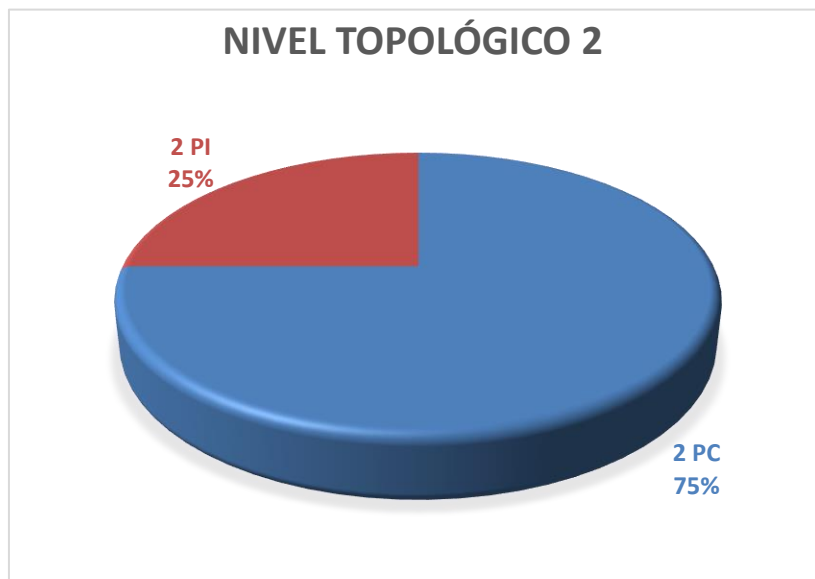


Gráfica 3. Nivel topológico 0, se muestra el porcentaje de desarrollo en comprensión lectora.



Gráfica 4. Nivel topológico 1, se muestra el porcentaje de desarrollo en comprensión lectora.

En el caso de los alumnos que obtuvieron un nivel topológico 2 (gráfica 5), el 75% presentó paráfrasis completa en su explicación mientras que el restante 25% mostró paráfrasis incompleta (PI) en su texto explicativo.



Gráfica 4. Nivel topológico 1, se muestra el porcentaje de desarrollo en comprensión lectora.

Con respecto a los alumnos que alcanzaron un nivel 3 en la taxonomía topológica el 100% logró una paráfrasis completa (PC) en la redacción de su texto explicativo, es decir, con léxico cotidiano, reprodujeron enunciados y pasajes del texto detectando la idea núcleo.

Con la información arriba presentada se puede asociar el nivel taxonómico alcanzado en los mapas conceptuales con la comprensión lectora que los alumnos demostraron en sus explicaciones. Conforme se obtienen niveles más altos en la taxonomía, existe una mayor comprensión lectora. Por el contrario, mientras más bajo es el nivel topológico hay una mayor dificultad para redactar un texto explicativo.

A continuación, en las figuras 1 a la 6, se muestran algunos ejemplos de mapas conceptuales y su respectiva explicación.

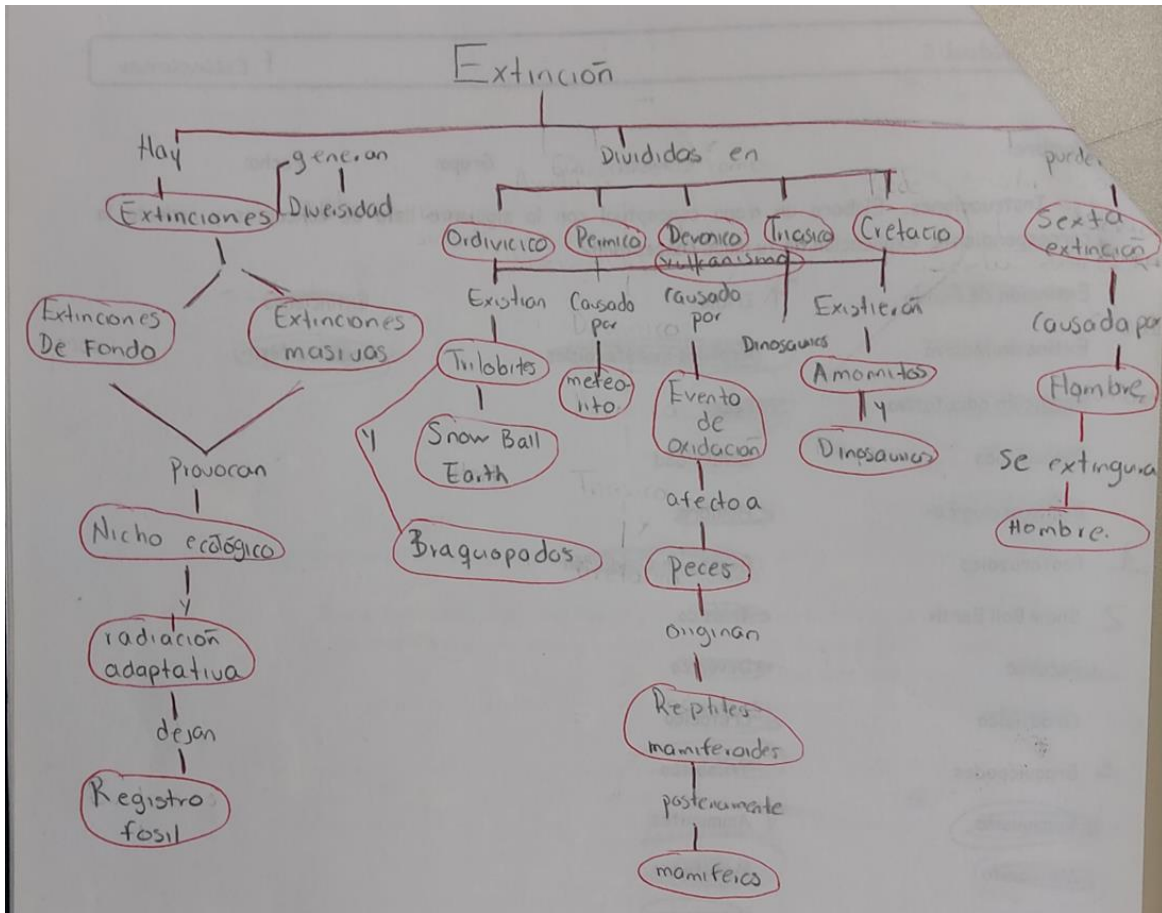


Figura 1. Mapa conceptual elaborado por la alumna Mayra.

Las extinciones pueden ser de fondo y masivas, dejan nichos ecológicos que por medio de la radiación adaptativa crean otras series. Las evidencias de extinciones son el registro fosil. Son 5 los mas significativas, Ordovícico causado por el snow ball en el que existían Trilobites, El permico causado por un meteorito o glaciación, Devónico causado por el evento de oxidación y afecta a los peces originando Reptiles mamíferoides y más tarde mamíferos, Triásico en el que existían primeros Dinosaurios. Y en el Cretácico se amplió su variedad así como también existían Amonitas. Actualmente funciona la sexta extinción que es causada por el hombre y para destruir al hombre entre otras especies.

Figura 2. Explicación elaborada por la alumna Mayra

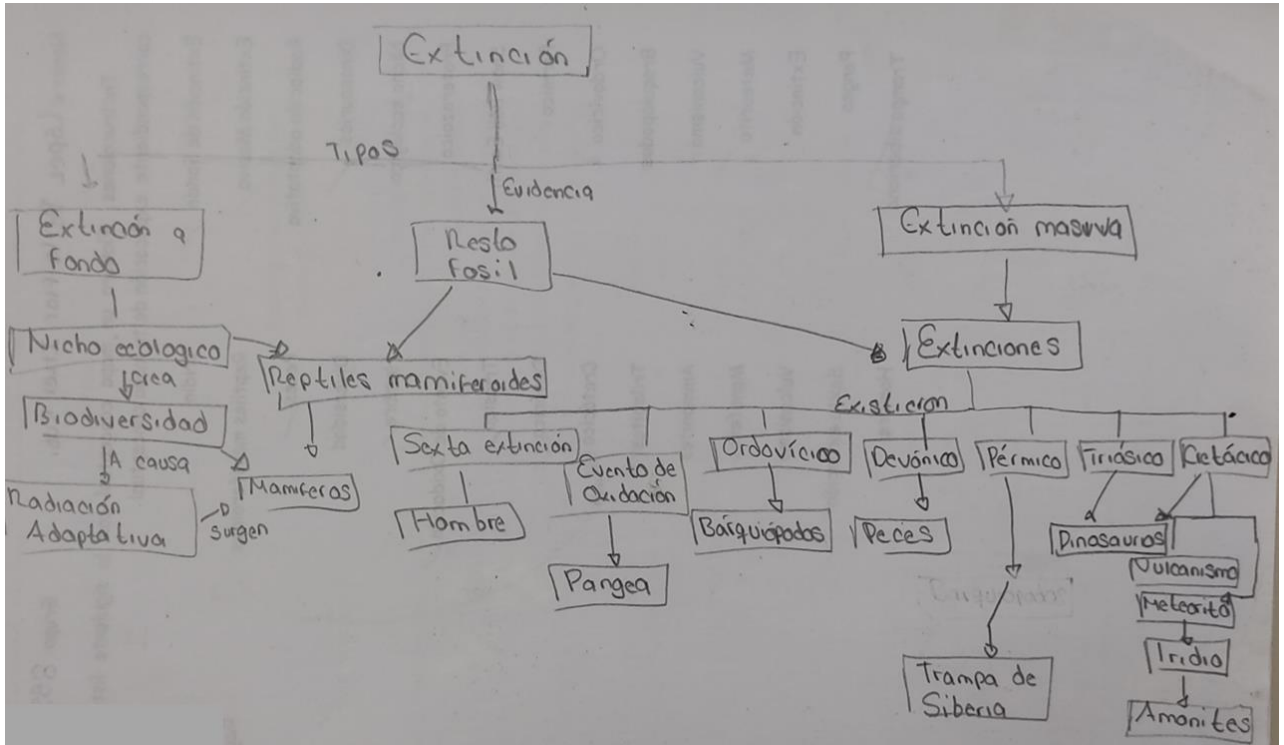


Figura 3. Mapa conceptual elaborado por la alumna Itzel

La extinción es la desaparición total de una población de las especies. Hay dos tipos de Extinción a Fondo y la masiva. Hubieron 5 extinciones masivas las cuales fueron el evento de oxidación que implicó la pangea; la ordoviciano con los baquropodos; Devónico que fueron los peces; Pérmico con la Trampa de Siberia; En el triásico los dinosaurios, y en la cretácica hay dos teorías las cuales implican el vulcanismo y la de los meteoritos, un ejemplo son los Amonites. Un resto Fósil es una evidencia, el nicho ecologico es el lugar que dejan en el ecosistema las especies, gracias a la radiación adaptativa Surgen mamíferos que genera diversidad.

Figura 4. Explicación del mapa conceptual de la alumna Itzel

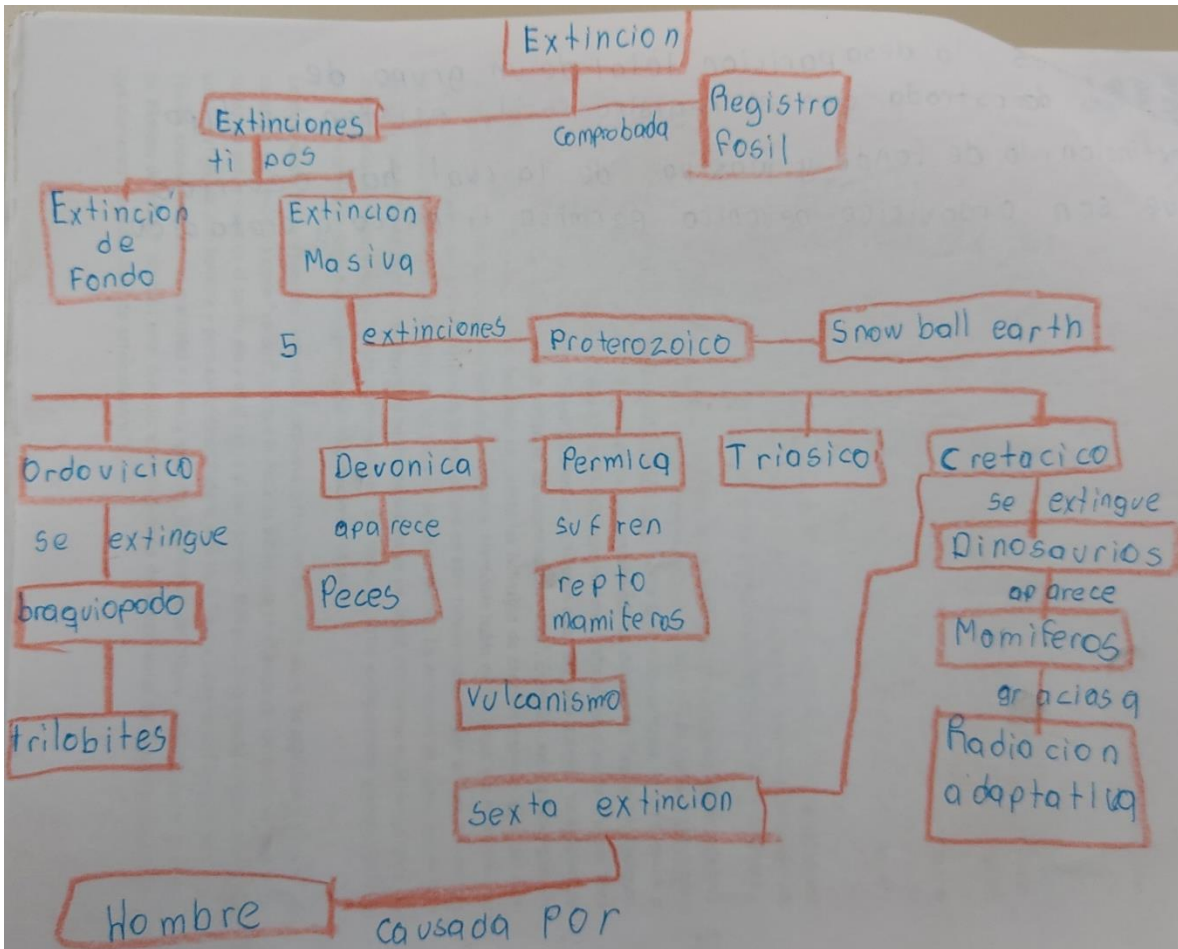
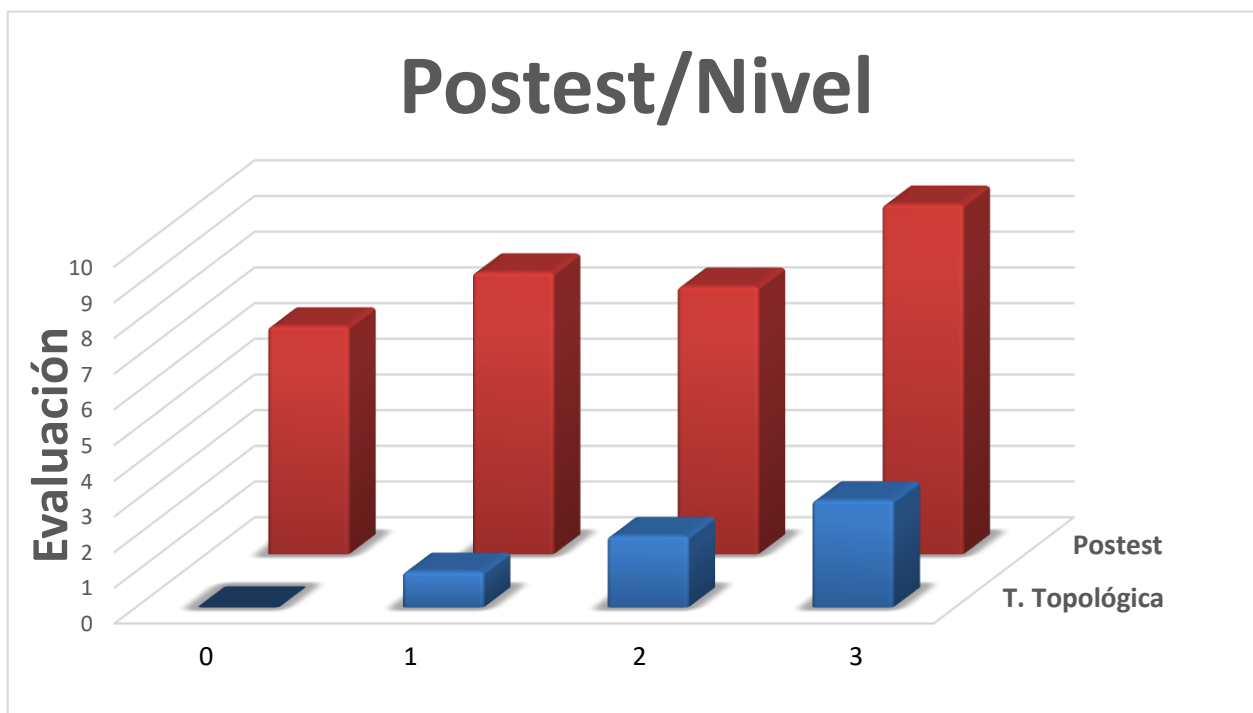


Figura 5. Mapa conceptual elaborado por el alumno Farid

La extinción es la desaparición total de un grupo de individuos demostrada con el registro fosil, existen 2 tipos de extinción, la de fondo y masiva de la cual han ocurrido 5 que son ordoviciano devonico permico, triasico y cretacico

Figura 6. Explicación del mapa conceptual del alumno Farid.





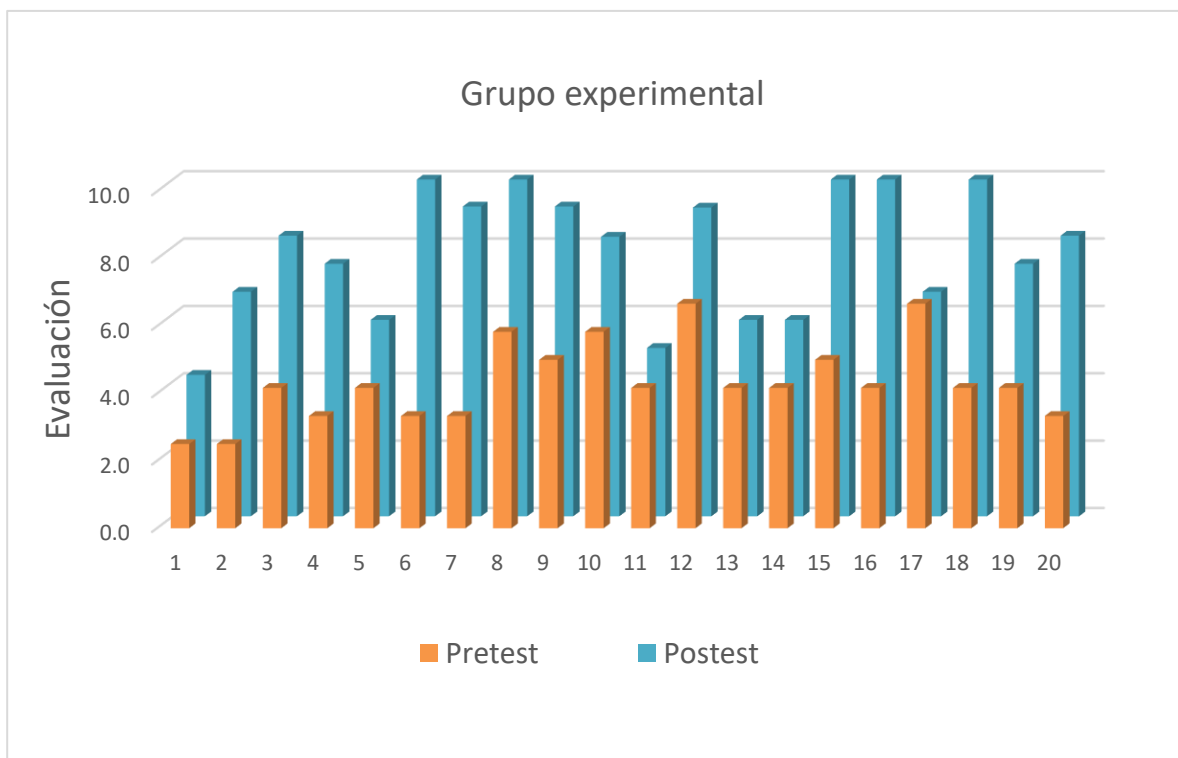
Gráfica 5. Gráfica que muestra la relación entre el nivel de taxonomía topológica de los mapas conceptuales y el resultado del postest.

Otro punto importante para resaltar es el que se presenta en la gráfica 5 que muestra la relación que existió entre el nivel topológico alcanzado y la evaluación en el postest. En dicha gráfica se muestran los niveles alcanzados en la taxonomía topológica al evaluar la construcción de los mapas conceptuales, que van desde el nivel 0, que significa que los alumnos utilizaron en su mayoría, párrafos y no conceptos hasta el nivel 3 lo que conlleva a la utilización de conceptos, palabras enlace y más de dos ramificaciones en los mapas conceptuales.

Cuando se comparó el nivel taxonómico con el resultado del postest (gráfica 5) se obtuvo una relación entre los niveles de taxonomía topológica más altos obtenidos por el grupo y el resultado con mejor evaluación. Aquellos alumnos que tuvieron un

nivel 3 en la elaboración de mapa conceptual tuvieron un mejor resultado en el postest.

En la gráfica 6 se muestran los resultados del pretest y postest. Se observa que 18 de los 20 participantes obtuvieron una evaluación no aprobatoria en el pretest, en contraste, en el postest, 14 de los 20 participantes obtuvieron una evaluación aprobatoria.



Gráfica 6. Resultados del pretest y postest del grupo control (855).

### Análisis estadístico del pretest y postest en el grupo experimental

Se compararon estadísticamente los resultados del pretest y postest, para ello se realizó en primera instancia la prueba de normalidad Shapiro-Wilk utilizando el programa IBM SPSS Statistics 21. Para este análisis se planteó la hipótesis nula como  $H_0$ : los datos de la muestra no presentaron distribución normal y la hipótesis



alternativa  $H_a$ : los datos de la muestra presentaron una distribución normal. La regla de decisión para el caso de normalidad es si  $H_0: p > 0.05$  no se rechaza la  $H_0$ , en el caso de la  $H_a: p < 0.05$  se rechaza la hipótesis nula. El resultado obtenido es de un nivel de significancia de para el pretest es de  $p = 0.73$  y para postest es de  $p = 0.090$ .

Como el valor de significancia en ambos casos es mayor a 0.05 no se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, los datos no representan una distribución normal.

Posteriormente, con el resultado de la prueba de normalidad y utilizando el programa IBM SPSS 21, se llevó a cabo la prueba Wilcoxon que compara datos relacionados que no presentan distribución normal, para ello, se planteó la hipótesis nula como  $H_0$ : la utilización de MC no representa la obtención de una mejor evaluación en el postest, en contraste, la  $H_a$ : la utilización de MC representa una mejor evaluación en el postest. Al contrastar la hipótesis la regla de decisión queda de la siguiente manera:

$H_0: p > 0.05$  no se rechaza la hipótesis nula

$H_a: p < 0.05$  se rechaza la hipótesis nula.

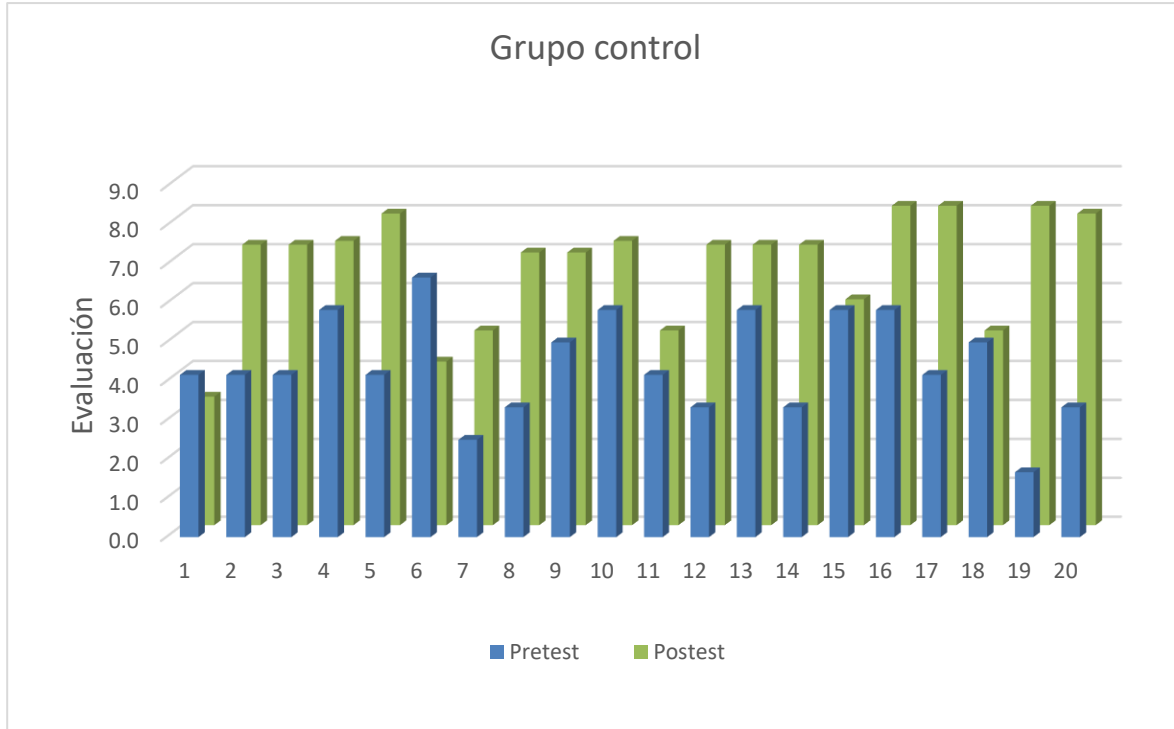
El resultado de la prueba de Wilcoxon arroja un nivel de significancia de  $p < 0.0001$  por lo tanto se rechaza la hipótesis nula.

## **9.2 Análisis de resultados del grupo control.**

En el grupo control se abordó el tema únicamente de forma expositiva, al igual que en el caso del grupo experimental, se aplicó un pretest, posteriormente se realizó la intervención y finalmente se aplicó el postest para evaluar el tema.

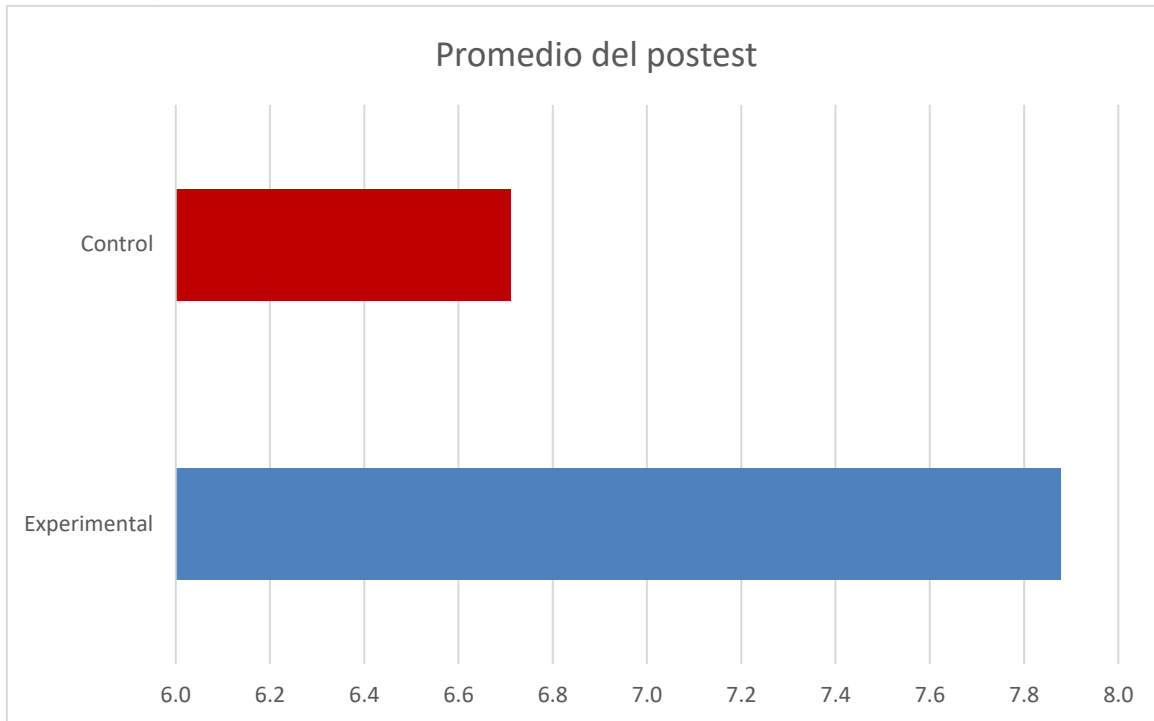
En la gráfica 7 se muestra los resultados del pretest y postest en el grupo control. Se observa que 19 de los 20 participantes obtuvo una evaluación no aprobatoria en

el primer cuestionario y que en el segundo cuestionario 14 de los 20 participantes, que representan el 30% del grupo, obtuvieron una evaluación no aprobatoria.



Gráfica 7. Resultados del pretest y postest del grupo control (655).

Con los datos obtenidos del postest en ambos grupos, tanto experimental como control, se compararon los promedios de la evaluación. En la gráfica número 8 se muestran los resultados promedio del postest del grupo experimental (855) que fue de 7.9 y postest del grupo control (655) que fue de 6.7. Como se puede observar, el grupo experimental obtuvo mejor evaluación que el grupo control. Partiendo de los datos anteriores, se realizó el análisis estadístico con los resultados del postest en ambos grupos.



Gráfica 7. Gráfica que muestra el resultado promedio en la evaluación del postest. El grupo experimental (855) muestra un promedio mayor al grupo control (655).

### 9.3 Análisis estadístico postest grupo experimental y postest grupo control

Se compararon estadísticamente los resultados del postest del grupo experimental y el postest del grupo control, para ello se realizó la prueba Shapiro-Wilk para conocer si los datos presentaron una distribución normal, con el programa IBM SPSS Statistics 21 se llevó a cabo esta prueba. Para el análisis se planteó la hipótesis nula como  $H_0$ : los datos de la muestra no presentaron una distribución normal y la hipótesis alternativa como  $H_a$ : los datos de la muestra presentaron una distribución normal. La regla de decisión para el caso de normalidad es si  $H_0$ :  $p > 0.05$  no se rechaza la hipótesis nula, en el caso de la  $H_a$ :  $p < 0.05$  se rechaza la hipótesis nula.

El resultado que se obtuvo para el postest del grupo experimental es de un nivel de significancia de  $p=0.923$  y para postest control fue de  $p= 0.840$ . Como el valor de significancia en ambos casos fue mayor a  $0.05$  no se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, los datos no representan una distribución normal.

Para conocer si existieron diferencias estadísticamente significativas entre el postest del grupo experimental y el postest del grupo control, se utilizó el programa IBM SPSS 21 con el que se realizó la prueba de Wilcoxon que se utiliza para analizar muestras relacionadas con datos que no presentan una distribución normal.

Se planteó la Hipótesis nula como  $H_0$ : no existe diferencia estadísticamente significativa entre el resultado del postest del grupo control y el resultado del postest del grupo experimental, en contraste, la  $H_a$ : existe diferencia estadísticamente significativa entre el resultado del postest del grupo control y el resultado del postest del grupo experimental.

Al contrastar la hipótesis la regla de decisión quedó de la siguiente manera:

$H_0$ :  $p>0.05$  no se rechaza la hipótesis nula

$H_a$ :  $p<0.05$  se rechaza la hipótesis nula.

El resultado de la prueba de Wilcoxon arrojó un nivel de significancia de  $p<0.053$  por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula. De manera que no hay diferencias estadísticamente significativas entre el resultado del postest del grupo control y el del grupo experimental.

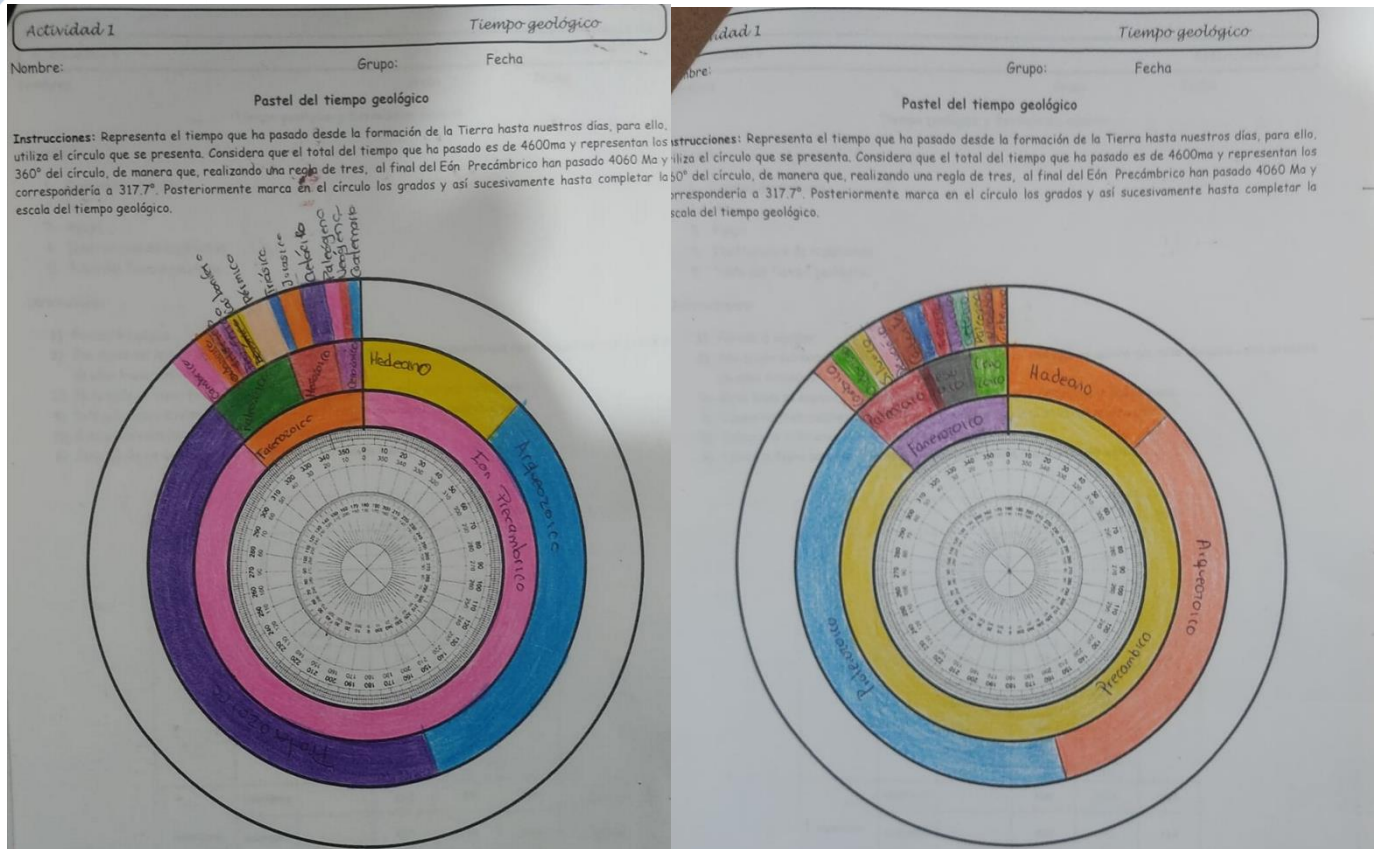


Figura7. Ejemplos de la representación del tiempo geológico.

En la figura 7 se pueden observar un par de ejemplos de la sobre la representación del tiempo geológico Si bien el trabajo central se refirió a los mapas conceptuales, la elaboración de este gráfico representó una oportunidad para que los alumnos practicasen sus capacidades metacognitivas al visualizar, planear y ejecutar dicha representación. Con ello también ejercitaron la aplicación de operaciones básicas. Cabe mencionar que es importante el gráfico para la comprensión de los procesos a lo largo de la historia de la Tierra y la edad del planeta. Esto se vio reflejado en que, en el postest, el total de los alumnos respondió correctamente la primera pregunta que hace referencia a la edad del planeta, además de que el 80% de los alumnos respondió correctamente la pregunta 3 que se refiere a la división del tiempo geológico.

## 12. Conclusiones

## Conclusiones

- Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación muestran que la organización y práctica de actividades que fomenten la metacognición tienen un impacto positivo en el manejo de contenidos disciplinares por parte de los estudiantes.
- Con base en los resultados de la prueba de Olmstead-Tukey se puede decir que los alumnos lograron asociar correctamente los conceptos afines con el tema de Extinciones aunado a su relación con la radiación adaptativa y los procesos macroevolutivos ya que dichos conceptos son considerados como constantes en dicha prueba.
- Los alumnos realizaron correctamente las asociaciones de conceptos, así como una mejor jerarquización del contenido lo cual lleva a una mayor apropiación del tema, pudiendo ser utilizado en otros aspectos de su vida.
- El resultado de la evaluación de comprensión lectora mostró que aquellos alumnos que alcanzaron el nivel de paráfrasis completa tuvieron un mayor nivel topológico en la construcción de los mapas conceptuales, lo que también se reflejó en un mejor desempeño en el posttest como lo muestra la gráfica 5.
- La implementación de los mapas conceptuales como estrategia metacognitiva permite a los alumnos una mejor organización de la información, planeación e incluso en la documentación de algún tema del

contenido de la asignatura o de algún otro que sea de su interés, lo que permite alcanzar uno de los principios fundamentales del modelo educativo del CCH que es el aprender a aprender.

- El uso de los mapas conceptuales en el grupo experimental permitió la obtención de una mejor evaluación en el postest.
- Aunque, los resultados fueron mejores en el grupo experimental, no presentaron diferencias estadísticamente significativas cuando se compara con el grupo control.
- Si bien los mapas conceptuales fueron el hilo conductor de este trabajo, se llevaron a cabo otras actividades como lo fue “El pastel del Tiempo Geológico” que representó gran ayuda para trabajar sus habilidades metacognitivas, ya que el alumnado tuvo que emplear dichas habilidades para elaborar el gráfico



## 13. Recomendaciones

El aprendizaje de contenido científico no es del todo fácil y una buena herramienta para abordarlo son los mapas conceptuales. Durante la realización de este trabajo se presentaron diversas situaciones que se deben tomar en consideración para la mejora en futuros trabajos.

- Se debe practicar por más tiempo la construcción de los mapas conceptuales. A lo largo de la intervención se presentó un poco de resistencia a la actividad ya que el esfuerzo cognitivo es importante al construir un mapa, si se prepara a los alumnos de manera constante en su elaboración, se pueden obtener mejores resultados.
- En la construcción del gráfico del Tiempo geológico se deben practicar con antelación las proporciones para que quede más clara la instrucción. Esto deriva de los comentarios de que los alumnos ya que les resultó complejo su construcción.
- Considerar practicar incluso cuando el alumno ya esté en la licenciatura. En mi experiencia como docente en la Facultad de Ciencias, UNAM, el alumnado presenta resistencia a la construcción de los mapas conceptuales para abordar el contenido disciplinar, lo ven como una pérdida de tiempo ya que no consideran el alcance de estos cuando se elaboran correctamente.

## 14. Referencias

## Referencias

- Acevedo, D. J.A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. *Revista eureka sobre divulgación de las ciencias*. 1 (1), 3-15. <https://www.redalyc.org/pdf/920/92010102.pdf> ISSN 1697-011X.
- Apodaca, M.J., Macinerney, J.D., Sala, O.E., Katinas, L., Crisci, J.V. (2019). A Concept Map of Evolutionary Biology to Promote Meaningful Learning in Biology. *The American Biology Teacher*, 81 (2), 79–87. <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1525/abt.2019.81.2.79>.
- Arita, H.T. (2016). II. Los elefantes extintos, en tres actos: el descubrimiento del proceso de extinción. P. 43. En *Crónica de la extinción*. México: FCE.
- Ashraf, M.T. E., (2008). *Mass extinction*. Egipto: Springer.
- Ashraf, M.T.E & Rhawn, J. (2009). *The history, Origins and causes of mass extinctions*. *Journal of Cosmology*, 2, 2001-220.
- Barron, R. (1969). The use of vocabulary as an advance organizer. In Herber, H. L. & Sanders, P.L. (Eds.). *Research in reading in content areas: First year report* (pp. 29-39). Syracuse, NY: Syracuse University, Reading and Language Arts Center.
- Baker, L. 1989. Metacognition, Comprehension, Monitoring and the Adult Reader. *Educational Psychology Review*, 1 (1), 3-38. <https://doi.org/10.1007/BF01326548>.
- Baker, L. & Beall, L. C. (2009). Metacognitive processes and reading comprehension. In S. E. Israel & G. G. Duffy (Eds.), *Handbook of research on reading comprehension* (pp. 373- 388). New York: Routledge.

- Baker, L., Cerro, L.C. (2000). Assessing ,metacognition. In. G. Schraw & J.C. Impara. Eds. Issues in the measurement of metacognition, 99-145. Lincoln. NE, The University Nebraska Press.
- Berger, P., Luckmann, T. (2003) Los fundamentos del conocimiento en La vida cotidiana (pp. 34-67). En. La construcción social de la realidad. Argentina: Armorrortu.
- Brown, A. L. (1978). Knowing When, Where, and How to Remember: A Problem of Metacognition. In R. Glaser (Ed.), *Advances in instructional psychology*, 1, 77–165. Hillsdale: Erlbaum.
- Burón, J. (1993). Enseñar a aprender. Introducción a la metacognición. Bilbao. Ediciones Mensajero.
- Campanario, J. M. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (2). 179-192.
- Campanario, J. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (3), 369-380. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/21685/21519/>
- Campanario, J. (2001). Algunas propuestas para el uso alternativo de los mapas conceptuales y los esquemas como instrumentos metacognitivos. *Alambique*, 50 (28), 31-38.
- Campos, A. A. 2005. Mapas Conceptuales, Mapas Mentales y otras formas de representación del conocimiento. Colombia, Magisterio.
- Canudo, J. I. (2001). Glosopétreas y dientes de tiburón. *Asociación Paleontológica Aragonesa*, 31, 32-40.

- Carretero, M., Pozo, J. I., Asensio, M. 1997. "Problemas y perspectivas en la enseñanza de las Ciencias Sociales: una concepción cognitiva" en Mario Carretero, *et. al.* (comp.), *La enseñanza de las ciencias sociales*, 2ª ed., España
- Carretero, M. (2001). *Metacognición y educación*. Buenos Aires. Aique.
- Çimer, A. (2012). What makes biology learning difficult and effective: Students' views. *Educational Research and Reviews*. 7(3), 61-71.
- Castellanos, M.C. (2006). La extinción sus causas y efectos sobre la diversidad biológica. *Luna Azul*, (23), julio-diciembre, pp. 33-37.
- Clifton, C., Slowiaczek, M.L. (1981) Integrating new information with old knowledge. *Memory and Cognition*, 9, 142 – 148. <https://doi.org/10.3758/BF03202328>.
- De Renzi, M. (1988). *What happens after extinction?* *Revista Española de Paleontología*, 107-112.
- Díaz-Barriga, A. F. (1999). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. En: *Estrategias de enseñanza para la promoción de un aprendizaje significativo*. 89-110. Mc Graw Hill. México.
- Díaz-Barriga, A. F. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México. McGraw Hill.
- Domjan, M. (2015). *The principles of learning and Behavior*. 7a ed. Cengage Learning. ISBN 10: 1-285-08856-5.
- Dürsteler, J. C. (2002). *Visualización de la información. Una visita guiada*. Barcelona: Gestión 2000.com.

- Edmondson, K. (2005). Assessing science understanding through concept maps. In J. Mintzes, J. Wandersee & J. Novak (Eds.), *Assessing science understanding* 16-40. <https://doi.org/10.1016/B978-012498365-6/50004-4>.
- Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (2022). Recuperado el 28 de octubre 2022 de <https://www.cch.unam.mx/historia>.
- Flavell, J.H. (1970). Metacognition and Cognitive Monitoring. A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34 (10), 906-911. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>.
- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L.R. Resnick (Ed.), *The Nature of Intelligence*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Gallardo, L.B. (2011) Un aprendiz estratégico para una nueva sociedad. XII Congreso de Internacional de Teoría de la educación. Barcelona. Recuperado de <http://www.cite2011.com>.
- García, G.J.J. y Cauich, C.J.F. (2008). ¿Para qué enseñar ciencias en la actualidad? Una propuesta que articula la tecnología, la sociedad y el medio ambiente. *Revista de educación y pedagogía*, 20 (50) enero-abril, 2008. Recuperado de <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaeyp/index>.
- Golmerk, D.A. (2008). Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa. Documento Básico. IV Foro latinoamericano de educación, aprender y enseñar ciencias. Desafíos estrategias y oportunidades. pp. 1-88. Argentina, Santillana.
- González, Y. P., Saulo, H.M., Chinchilla, S.E., García del Valle, L.G., Martínez Flores, L.E. ( 2006 ). Aplicación de la Técnica de Análisi Estructural de Mapas Conceptuales (AEMC) en un contexto de educación CTS. Concept maps:

Theory, Methodology, Technology, Proc. of the second int. Conference on Concept Mapping A.J. Cañas, J. D. Novak, Eds. San José, Costa Rica.

- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, (2013). México en PISA 2012. 1ª ed. México. Recuperado de [http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/11149/1/images/Mexico\\_PISA\\_2012\\_Informe.pdf](http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/11149/1/images/Mexico_PISA_2012_Informe.pdf).
- Jiang, X., & Grabe, W. (2007). Graphic organizers in reading instruction: Research findings and issues. *Reading in a Foreign Language*, 19, 34-55.
- Katayama, A.D., Robinson, D.H., Devaney, T., Dubois, N. F. (1997). The interaction of Study Materials and Spaced Review on Transfer and Relational Learning. ERIC Document Reproduction Service, ED. Recuperado de <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED411280>.
- Kinchin, I. M. (2000). Concept Mapping in biology. *Journal of biological education*, 34 (2), 61-68. DOI: 10.1080/00219266.2000.9655687
- Lemke, J.L. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias*. 24(1):5-15.
- Lachman, S. J. (1997). Learning is a Process: Toward an Improved Definition of Learning. *Journal of Psychology*, 131, 477-480.
- Manoli, P. & Papadopolu, M. (1997). Graphic Organizers as a Reading Strategy: Research Finding and Issues. *Creative Education*, 3 (3), 348-356. <http://dx.doi.org/10.4236/ce.2012.33055>.
- McClean, P., Johnson, C., Rogers, R., Daniels, L., Reber, J., Slator, B., Terpstra, J. y White, A. 2004. Molecular and Cellular Biology Animations:

Development and Impact on Student Learning. *Cell Biology Education*. 4,169-179.

- Millar, R. y J. Osborne, 1998, *Beyond 2000: Science Education for the Future*, Londres, King's College.
- Muñoz-González, J.M., Ontoria-Peña, A., & Molina-Rubio, A. (2011) El Mapa Mental, un organizador gráfico como estrategia didáctica para la construcción del conocimiento. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 3 (6), 343-361.
- Morse, D. y Jutras, F. (2008). Implementing concept-based learning in a large undergraduate classroom. *Life Science Education*. 7:243-253.
- Moreira, M.A. (1997). Aprendizaje significativo, un concepto subyacente. En. Moreira, M.A., Caballero, M.C., Rodríguez M.L. Actas del Encuentro Internacional Sobre el Aprendizaje Significativo. Burgos, España
- Neida, J. y Macedo, B. (1997). Importancia de la enseñanza de la ciencia en la sociedad actual. En OEI- UNESCO/Santiago (Eds). Un currículo para estudiantes de 11 a 14 años (p. 2-5). España. Recuperado de <http://www.oei.es/oeivirt/curricie/>.
- Novak, J.D., Gowin, B. D. (2002). *Aprendiendo a aprender* (15ª ed.). España. Ediciones Martínez Roca.
- Odom, A.L., Kelly, P.V. (2001). Integrating Concept Mapping and the Learning Cycle to Teach Diffusion and Osmosis Concepts to High School Biology Students. *Science Education* **85**, 615–635.
- Ontoria, A., Gómez, J.P., Molina, A. & Luque, A. (2006). *Aprender con Mapas Mentales: una estrategia para pensar y estudiar*. Madrid: Narcea.



- Ortiz, A. (2010). *Diseño y valoración de estrategias de enseñanza con un enfoque constructivista para el aprendizaje del tema metabolismo*. Tesis de Maestría, UNAM: México.
- Osses, B.S., Jaramillo, M.S. (2008). Metacognición: un camino para aprender a aprender. *Estudios Pedagógicos* 34 (1), 187-197. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052008000100011>.
- Pozo, JI. 1997. *Teorías cognitivas del aprendizaje*. España. Ed. Morata.
- Pontes-Pedrajas, A. (2012). Representación y comunicación del conocimiento con mapas conceptuales en la formación del profesorado de ciencia y tecnología. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 9(1):106-123.
- Quintanilla, G. M. (2006). La ciencia en la escuela: un saber fascinante para aprender a “leer el mundo”. *Revista Pensamiento Educativo*, 39 (2), 177-204.
- Raup, D. (1991). *Extinction: Bad genes or bad luck*. W.W. Morton, Nueva York.
- Rivas, C. P. (2004). *La extinción en el seno de la macroevolución*. Universidad de Granada, España.
- Rodríguez, P. M. (2008). *Teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la Psicología Cognitiva*. Octaedro. Barcelona. ISBN: 978-84-8063-290-4.
- Romero, H. P. (2009). *Estrategias metacognitivas para el aprendizaje de la biodiversidad genética a nivel medio superior: el uso de mapas conceptuales*. Tesis de Maestría en Docencia en Educación Media Superior. FES Iztacala, UNAM.
- Santrock, J.M. (2019). *Psicología educativa*. 6a. Ed. McGraw Hill. ISBN 9781456269982.

- Skinner, B.F. (1976). ¿Son necesarias las teorías del aprendizaje? En A. Catania (comp.). *Investigación contemporánea en conducta operante*. México, Trillas.
- Slotte, V. y Lonka, K. (1999). Spontaneous concept maps aiding the understanding of scientific concepts. *International Journal of Science Education*, 21, 515 - 531. <https://doi.org/10.1080/095006999290552>.
- Solbes, J., Monserrat, S. y Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 21, 91-117. Recuperado de <http://cjjs.uv.es/index.php/dces/article/view/2428>.
- Schunk, D.H. (2012). *Teoría del aprendizaje: una perspectiva educativa*. 6a Ed. tr. Leticia Esther Pineda Ayala, María Elena Ortiz Salinas. Pearson. ISBN 9786073214766.

## 15. Anexos

## 15.1 Anexo 1

### Programa de Biología IV

#### BIOLOGÍA IV

Unidad 1. ¿Cómo explica la evolución el desarrollo y mantenimiento de la biodiversidad?

Propósito:

Al finalizar la unidad el alumno:

- Comprenderá que la biodiversidad es el resultado de la evolución biológica, a través del análisis de los procesos y patrones que contribuyen a explicar la historia de la vida.

Tiempo: 32 horas

Aprendizajes	Temática	Estrategias sugeridas
<p>El alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explica los tipos de selección natural y la adaptación como procesos evolutivos que modifican las frecuencias alélicas en las poblaciones biológicas.</li> <li>• Identifica la deriva génica como un proceso aleatorio que cambia la frecuencia de alelos en las poblaciones biológicas.</li> </ul> <p>Compara los conceptos de especie biológica, taxonómica y filogenética, como base del estudio de la biodiversidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Distingue la anagénesis y cladogénesis como patrones de cambio evolutivo.</li> <li>• Comprende los modelos de especiación alopátrica, simpátrica e hibridación, que originan la diversidad biológica.</li> </ul> <p>Relaciona a las extinciones en masa con la radiación adaptativa.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprende que los árboles filogenéticos son modelos</li> </ul>	<p>Tema I. Principales procesos evolutivos que explican la biodiversidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección natural y adaptación</li> <li>• Deriva génica</li> </ul> <p>Tema II. Especie y especiación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceptos de especie.</li> <li>• Patrones de cambio evolutivo.</li> <li>• Especiación: concepto y modelos.</li> </ul> <p>Tema III Filogenia e historia de la vida:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extinciones y radiación adaptativa.</li> <li>• Árboles filogenéticos</li> </ul>	<p>El profesor, centrado en la promoción de los aprendizajes de los alumnos, diseñará las estrategias o secuencias didácticas, entre las cuales se sugieren las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación de la unidad, propósito, aprendizajes y acordar las formas de evaluación.</li> <li>• Exploración de las ideas previas de los estudiantes sobre los temas de la unidad.</li> <li>• Explicitación de la temática a través de: imágenes, lecturas, películas, etcétera.</li> <li>• Desarrollo de actividades que permitan reestructurar las ideas previas de los alumnos, por ejemplo: proyectos de investigación documental, experimental o de campo, abp, estudios de caso, actividades en línea, simulaciones, entre otras.</li> <li>• Planteamiento de situaciones o problemas que permitan poner en</li> </ul>

<p>explicativos de las relaciones temporales entre especies.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrolla procedimientos en investigaciones escolares documentales, experimentales, virtuales o de campo sobre los temas del curso, que incluyan:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- La búsqueda, selección e interpretación de información.</li> <li>- La identificación de problemas, formulación de hipótesis y formas de comprobación.</li> <li>- El manejo de los datos y análisis de los resultados para su comunicación individual o por equipo.</li> </ul> </li> <li>• Muestra actitudes de colaboración, respeto, tolerancia y responsabilidad durante las actividades individuales y colectivas, en el estudio de la evolución de los sistemas biológicos.</li> <li>• Expresa actitudes ante el conocimiento científico (creatividad, curiosidad, pensamiento crítico, apertura y toma de conciencia, entre otras) en la solución y análisis de problemáticas correspondientes a la evolución de los sistemas biológicos.</li> </ul>		<p>juego el conocimiento que está construyendo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Promoción de actividades que permitan al alumno recapitular los aprendizajes.</li> <li>• Diseño de situaciones que permitan la elaboración de conclusiones y la reflexión sobre los aprendizajes.</li> </ul> <p>Los alumnos llevarán a cabo investigaciones escolares relacionadas con los métodos que utiliza la biología.</p> <p>El profesor promoverá la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación en el diseño y realización de las actividades.</p>
---	--	--

## Unidad 2. ¿Por qué es importante el conocimiento de la biodiversidad de México?

### Propósito:

Al finalizar la unidad el alumno:

Comprenderá la importancia de la biodiversidad, a partir del análisis de su caracterización, para que valore la necesidad de su conservación en nuestro país.

Tiempo: 32 horas.

Aprendizajes	Temática	Estrategias sugeridas
<p>El alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza los niveles genético, ecológico y biogeográfico de la biodiversidad.</li> <li>• Contrasta los patrones taxonómicos, ecológicos y biogeográficos de la biodiversidad.</li> <li>• Relaciona los tipos y la medición de la biodiversidad con el concepto de megadiversidad.</li> </ul> <p>Comprende los factores que determinan la megadiversidad de México.</p> <p>Explica que en el país la riqueza de especies, la abundancia, la distribución y los endemismos determinan la regionalización de la biodiversidad.</p> <p>Relaciona los factores naturales y antropogénicos con la pérdida de la biodiversidad.</p> <p>Identifica acciones para el uso y la conservación in situ y ex situ de la biodiversidad en México.</p> <p>Comprende el valor de la biodiversidad y propone acciones para el mejoramiento de su entorno.</p>	<p>Tema I. Caracterización de la biodiversidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Niveles de la biodiversidad.</li> <li>• Patrones de la biodiversidad.</li> <li>• Tipos de diversidad</li> </ul> <p>Tema II. Biodiversidad de México:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Factores que explican su megadiversidad.</li> <li>• Regionalización de la Biodiversidad.</li> <li>• Factores que afectan la biodiversidad.</li> <li>• Uso y conservación de la biodiversidad.</li> <li>• Importancia de la biodiversidad</li> </ul>	<p>El profesor, centrado en la promoción de los aprendizajes de los alumnos, diseñará las estrategias o secuencias didácticas, entre las cuales se sugieren las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación de la unidad, propósito, aprendizajes y acordar las formas de evaluación.</li> <li>• Exploración de las ideas previas de los estudiantes sobre los temas de la unidad.</li> <li>• Explicitación de la temática a través de: imágenes, lecturas, películas, etcétera.</li> <li>• Desarrollo de actividades que permitan reestructurar las ideas previas de los alumnos, por ejemplo: proyectos de investigación documental, experimental o de campo, ABP, estudios de caso, actividades en línea, simulaciones, entre otras.</li> <li>• Planteamiento de situaciones o problemas que permitan poner en juego el conocimiento que está construyendo.</li> <li>• Promoción de actividades que permitan al alumno recapitular los aprendizajes.</li> <li>• Diseño de situaciones que permitan la elaboración de conclusiones y la reflexión sobre los aprendizajes.</li> </ul> <p>Los alumnos llevarán a cabo investigaciones escolares</p>

<p>Desarrolla procedimientos en investigaciones escolares documentales, experimentales, virtuales o de campo sobre los temas del curso, que incluyan:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- La búsqueda, selección e interpretación de información.</li><li>- La identificación de problemas, formulación de hipótesis y formas de comprobación.</li><li>- El manejo de los datos y análisis de los resultados para su comunicación individual o por equipo.</li></ul> <ul style="list-style-type: none"><li>• Muestra actitudes de colaboración, respeto, tolerancia y responsabilidad durante las actividades individuales y colectivas, en el estudio de la caracterización de la biodiversidad.</li><li>• Expresa actitudes ante el conocimiento científico (creatividad, curiosidad, pensamiento crítico, apertura y la toma de conciencia, entre otras) en la solución y análisis de problemáticas correspondientes a la caracterización de la biodiversidad.</li></ul>		<p>relacionadas con los métodos que utiliza la biología.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• El profesor promoverá la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación en el diseño y realización de las actividades.</li></ul>
---	--	---

## **15.2 Anexo 2**

# **Materiales utilizados**



*Actividad 1*

*Extinción*

**Instrucciones.** Lee atentamente el siguiente texto, subraya con color rojo los conceptos que te permitan elaborar un mapa conceptual acerca del tema.



## Extinción

La extinción se define como la desaparición total de los individuos que conforman una población o linaje, por unidad de tiempo; con una escala de impacto que varía desde puntual, (cuando ocurre en un área en particular) masiva, (cuando cubre varias zonas geográficas del planeta al mismo tiempo)<sup>1</sup>. Las extinciones son y han sido fenómenos muy importantes en la naturaleza y han condicionado la historia de la vida prácticamente tanto como para la aparición de novedades evolutivas. Se estima que, a lo largo de su historia, en la Tierra han existido de cinco a cincuenta mil millones de especies, frente a los cuarenta millones que, en un cálculo muy optimista, viven en la actualidad.<sup>2</sup>

El conocimiento sobre extinciones ya se manejaba desde la antigüedad, sin embargo, todos los esfuerzos coinciden, en partir de interpretaciones no racionales de los datos de la realidad, y de hacer intervenir en sus planteamientos prejuicios culturales de muy diverso tipo: prejuicios ideológicos, sociales y religiosos.

Un fósil es cualquier evidencia de vida en el pasado (con un mínimo de diez mil años de antigüedad). Pueden ser huesos, huellas, o productos de la actividad biológica, así, al conjunto de fósiles encontrados en diversas partes del mundo se le conoce como registro fósil. Desde épocas muy antiguas se han conocido a los fósiles, creando leyendas sobre sus propiedades. Por ejemplo, se pensaba que los dientes de tiburón eran lenguas de serpientes petrificadas.

Plinio el Viejo (23 a 79 dC), cuya Historia Natural fue durante años un libro de consulta obligado, pensaba que los fósiles de dientes de tiburón caían del cielo durante los eclipses de Luna, y contaba que los magos los creían útiles en las empresas amorosas<sup>3</sup>. Estrabón, en sus descripciones geográficas, nos cuenta que

Janto, teniendo en cuenta los hallazgos de conchas marinas lejos del mar, interpretó que las tierras habían surgido de los océanos. Heródoto habla de las ideas que mantenían los sacerdotes egipcios, que pretendían que su patria estuvo en otro tiempo cubierta por el mar, tal como lo atestiguaban las conchas encontradas en las piedras de las pirámides. La extinción de estos seres vivos en otro tiempo tendría una explicación: al retirarse los mares de donde estuvieron en la antigüedad, se conservarían los esqueletos que llegan hasta nosotros. Sin embargo, estas explicaciones quedan olvidadas cuando Aristóteles niega que tengan alguna relación con los seres vivos.

La dominancia del cristianismo durante el medioevo influyó en las ideas sobre las especies y su extinción de éstas. Se reconocía como “verdad”, porque lo decía la Biblia, que en el inicio de los tiempos Dios creó a todos los seres vivos en el quinto día y en el sexto al ser humano. Más aún, Dios mandó el Diluvio Universal como castigo hacia el hombre y para exterminar toda la vida en la Tierra (idea de extinción). Por ello, los fósiles encontrados en las montañas se decía que eran la evidencia del Diluvio, incluso huesos fosilizados de húmero de mamut también eran considerados evidencias de la existencia de gigantes antediluvianos que murieron ahogados durante esta catástrofe.

“El concepto de extinción de especies como realidad científica tiene apenas doscientos veinte años de existencia. El 4 de abril de 1796, un joven e irreverente naturalista de veinticinco años, George Cuvier presentó ante el pleno del Instituto de Francia la ponencia “Memoria sobre las especies de elefantes vivientes y fósiles”. En ella, Cuvier postuló tres ideas concretas: 1) el elefante africano y el asiático eran especies diferentes y no solo variedades de un mismo animal; 2) los animales conocidos como Mamut de Siberia y el *incógnitum* de Ohio constituían a su vez especies diferentes; y 3) Puntualizó que no se conocían ejemplares vivos de estas dos últimas especies y por lo tanto deberían de verse como animales desaparecidos de la faz de la tierra, es decir como especies extintas”<sup>4</sup>

## Tipos de extinción

Las extinciones se han estudiado en los últimos años como parte del interés del proceso evolutivo sobre todo como proceso catastrófico cuyas consecuencias han sido fundamentalmente importantes para la evolución de la vida sobre la Tierra y su impacto en la biodiversidad.

Todas las especies en determinado tiempo se extinguirán de manera que la desaparición de unas pocas especies que se observa de modo más o menos continuo a lo largo del tiempo geológico se denomina extinción de fondo. Estas desapariciones pueden ser el resultado de interacciones bióticas o deberse a cambios en el medio físico, pero raramente, si es que hay algún caso, el registro fósil permite asegurar cuál es la causa precisa de una extinción de fondo.

En los últimos años se han hecho esfuerzos por comprender episodios relativamente cortos, desde el punto de vista del tiempo geológico, en donde existió un elevado número de extinciones tanto de algunas especies pertenecientes al mismo grupo biológico como a especies de diferentes grupos como los foraminíferos, ammonoideos y vertebrados terrestres. Debido a que se presenta de manera abrupta una disminución de la diversidad biológica se han atribuido a catástrofes naturales ya sea de origen terrestre o extraterrestre. Estas extinciones son las extinciones en masa.

Entre las causas de dichas extinciones se encuentran el choque de meteoritos con la tierra, actividad volcánica prolongada, glaciaciones y variaciones en el nivel del mar, así como los cambios climáticos asociados a variaciones en la órbita terrestres y los cambios en la inclinación del eje de la Tierra.

Después de cada extinción en masa, se quedan vacíos nichos ecológicos que pueden ser utilizados por aquellas especies que sobrevivieron a la catástrofe.

1 Castellanos, M.C. (2006). La extinción sus causas y efectos sobre la diversidad biológica. Luna Azul, (23), julio-diciembre, pp. 33-37.

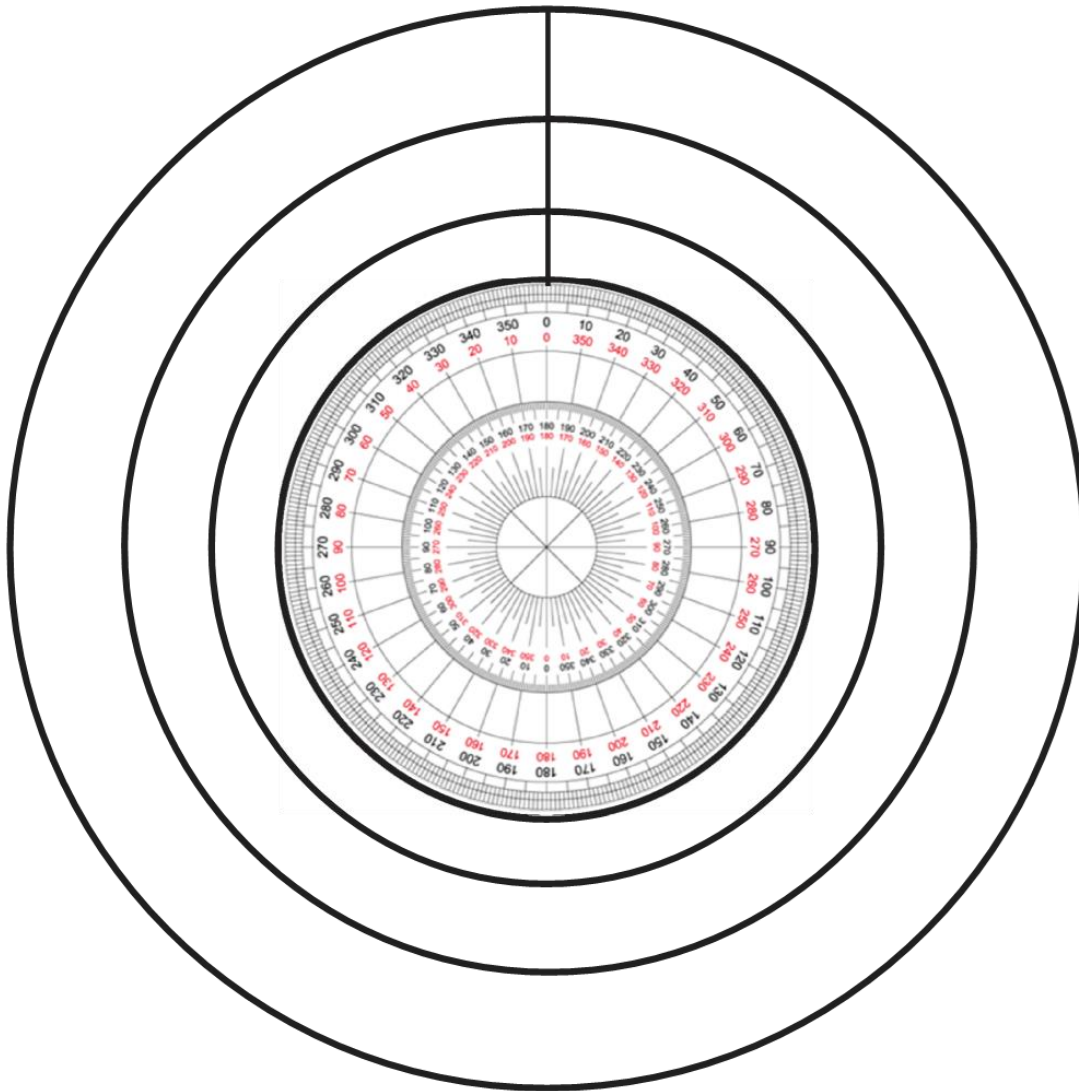
2 Raup , (1991). Extinction: Bad genes or bad luck. W.W. Morton, Nueva York.

3 Canudo, J.I (2001). Glosopétreas y dientes de tiburón. *Asociación Paleontológica Aragonesa*, 31, 32-40.

4 Arita, H.T. (2016). II. Los elefantes extintos, en tres actos: el descubrimiento del proceso de extinción. P. 43. En *Crónica de la extinción*. México: FCE.

### Pastel del tiempo geológico

**Instrucciones:** Representa el tiempo que ha pasado desde la formación de la Tierra hasta nuestros días. Para ello, utiliza el círculo que se presenta a continuación. Considera que el total del tiempo que ha pasado es de 4600ma y representan los 360° del círculo, de manera que, realizando una regla de tres, al final del Eón Precámbrico han pasado 4060 Ma y correspondería a 317.7°. Posteriormente marca en el círculo los grados y así sucesivamente hasta completar la escala del tiempo geológico.



## Extinciones



La extinción es el destino último de todas las especies, como lo es la muerte para todos los organismos individuales. Los biólogos han calculado que el 99 % de todas las especies que han existido están ahora extintas; el ser humano probablemente no escape a este último destino. En la historia de nuestro planeta han existido al menos cinco extinciones en masa importantes y varias extinciones menores. Estas extinciones en masa incluyen la Extinción en masa del periodo Ordovícico, la Extinción de Masa del periodo Devónico, Pérmico, Triásico y Cretácico. Además de los cinco grandes, algunos científicos creen que ha habido grandes extinciones masivas, incluyendo hasta 4 extinciones durante el periodo Cámbrico y otras más en el periodo Precámbrico incluyendo la extinción Ediacarana. Una de las extinciones a la que pocos científicos le toman importancia es la ocurrida hace 2500 millones de años (Ma) durante el famoso “Evento de Oxidación”. La consecuencia final de todas ellas (las extinciones) siempre es la misma: la desaparición de grupos enteros y la proliferación espectacular de otros grupos biológicos durante el siguiente periodo geológico. En todas ellas los especialistas fueron reemplazados por los oportunistas que inician un camino hacia la especialización e inevitable extinción.

De igual manera muchos científicos argumentan que ahora estamos experimentando una sexta extinción masiva, que es conducida por el *Homo sapiens*. Existen evidencias considerables de que la extinción se ha acelerado en los últimos 500 años y con la llegada de armas de destrucción masiva, venenos industriales, productos farmacéuticos y otros desechos que se vierten en los océanos y en la atmósfera se puede decir que estamos en un punto crítico en donde se puede desencadenar una extinción masiva que no es consecuencia de la incapacidad de adaptación de las especies mucho menos del proceso evolutivo.

### **La primera extinción masiva: Snow Ball Earth o bola tierra de nieve.**

La mayoría de los científicos no ven la extinción masiva de la vida microbiana como de suficiente importancia para ser contados entre los grandes eventos de extinción que han tenido lugar en la Tierra. Sin embargo, los acontecimientos que rodearon la primera extinción en masa pueden haber condenado miles de millones de formas de vida a una muerte temprana durante la Era Arqueana y sus consecuencias frías. La Era Arqueana comenzó con el calentamiento global que duró 600 Ma, asociado con alto nivel de metano y dióxido de carbono y un efecto invernadero. Este fue seguido por un aumento en el oxígeno, una reducción en el metano y la congelación global (2300 Ma), posteriormente un aumento en las concentraciones de metano y nuevamente calentamiento global (1800 Ma). Por lo tanto, numerosas especies fueron conducidas a la extinción por estos extremos climáticos mundiales.

El centro de esta primera extinción masiva fue conocido como el "Gran Evento de Oxidación" Proterozoico y la primera "bola de nieve de la Tierra". Se cree que la superficie de todo el planeta estuvo en estado casi congelado, comenzando alrededor de 2300Ma, matando a todos los procariontes que no estaban adaptados a temperaturas de congelación, bajos niveles de metano y niveles mayores de oxígeno. Sin embargo, puesto que toda la vida en este momento era microscópica, la mayoría de los científicos no clasifican la muerte de estas especies como digno de una designación de "extinción en masa". Sin embargo, la extinción Proterozoica debe considerarse como tal.

### **Extinción Ordovícica**

El periodo Ordovícico duró de 485-444 Ma. y terminó con otra extinción masiva, la segunda más devastadora (en términos de vida animal) en la historia de nuestro planeta. Más de un centenar de familias de invertebrados marinos perecieron y otros fueron llevados a casi su desaparición durante un episodio de extinción de dos

pulsos. Las víctimas incluyeron casi a la mitad de todas las familias de braquiópodos y briozoarios, así como conodontos y graptolites y muchas especies de constructores de arrecifes. Como tantas otras extinciones en masa, la causa principal fue el enfriamiento global y la glaciación. Sin embargo, en lugar de tener una fuente biológica, los factores contribuyentes incluyeron la tectónica de placas y la deriva continental, es decir, el paso del súper continente Gondwana, sobre el polo norte. La Tierra se congeló, los niveles del mar cayeron, las costas desaparecieron y también lo hicieron numerosas especies. Sin embargo, otras especies evolucionaron, incluyendo aquellas con un soporte esquelético denso, lo que fue posible en parte por la casi extinción de los arrecifes, y luego por la evaporación de estos arrecifes que liberaron gran cantidad de Calcio en los océanos; Calcio que se incorporó para crear huesos.

### **Extinción Devónica**

El periodo Devónico (419–368 Ma) está marcado por la diversificación de los peces óseos que estaban evolucionando pulmones y piernas, así como anfibios, insectos y una nueva generación de constructores de arrecifes. Este periodo también terminó con otra extinción masiva, más del 70% de todos los taxa desaparecieron, incluyendo la mayoría de los constructores de arrecifes, es decir, los corales rugosos y tabulados. Este periodo es llamado el periodo de los peces ya que se diversificaron en gran medida, desde especies pequeñas como el *Bothriolephid* hasta enormes peces como el *Dunkleosteus* con 10 m de largo y más de diez mil toneladas de peso. Fue en este periodo en donde esa diversificación de los peces lleva a la aparición de pulmones y extremidades que permitirían explorar tierra firme. Ejemplo de ello es el *Tiktaalik*. Este pez representa una novedad evolutiva ya que podría explorar tierra firme para conseguir alimento. *Materpiscis* fue un pez que podía dar a luz a sus crías, este aspecto de su biología le permitió poder sobrevivir un poco más de tiempo después de la extinción. Al final de este periodo también hace su aparición *Ichthyostega*, un anfibio con extremidades mejor identificables y



con una cavidad torácica más grande, lo que implica una capacidad pulmonar mayor que le permite pasar más tiempo fuera del agua. Una de las causas de la extinción de este periodo, se considera la acción de un fenómeno geológico conocido como “Pluma del manto”, que es una cantidad grande de magma que se desprende del manto de la Tierra y llega hasta el lecho marino, en donde arroja gases tóxicos al mar. Con la expulsión de estos gases comienza a acidificarse el agua y a bajar la concentración de oxígeno. Posteriormente esa misma actividad llega hasta tierra firme en donde provoca erupciones volcánicas las cuales arrojan cenizas, y gases de efecto invernadero a la atmósfera provocando calentamiento global. Poco a poco fue bajando la temperatura del planeta por lo que comienza una etapa glacial más en la historia de la Tierra.

### **Extinción Pérmica**

El periodo Pérmico se desarrolló de los 298-259 Ma y terminó con otra espectacular extinción masiva. Esta extinción es considerada como la más devastadora de la historia de nuestro planeta. Fueron impactados grupos como los anfibios, reptiles y reptomamíferos fueron impactados. Cerca del 95% de todas las especies de animales marinos estaban casi destruidas. Junto con los Trilobites desaparecieron varios otros grupos de animales que fueron dominantes durante el Paleozoico como los euriptéridos. También desaparecieron muchos equinodermos y tres de las cuatro clases de Crinoideos (lirios de mar) además desaparecieron los corales tabulados que eran los principales formadores de arrecifes en el Paleozoico. Aquellos grupos que no se extinguieron, presentaron bajas considerables en sus especies, como los braquiópodos, ammonites o las esponjas. En tierra firme, dominaban los bosques de coníferas, había reptiles semejantes a mamíferos (terápsidos) como los *Lystrosaurus*, *Gorgonópsidos* o el *Trinaxodon*. Se ha especulado acerca de las causas de la extinción del Pérmico atribuyéndoselas a glaciaciones, erupciones volcánicas, cambios abruptos en el nivel del mar, la liberación de enormes cantidades de gases venenosos y de efecto invernadero y aún sin confirmar, evidencias del impacto de cuerpos espaciales. Recientemente se ha encontrado



evidencia de que la formación de *traps* siberianos (que son enormes extensiones de roca volcánica) coincide en el tiempo con la extinción masiva de finales del Pérmico sugiriendo que la actividad volcánica de miles de años podría haber desencadenado este evento de extinción. Con la expulsión de gases como CO<sub>2</sub> (que atrapa la luz) o de SO<sub>2</sub> (que refleja los rayos solares) comenzó un vaivén de condiciones climáticas. Aunado a estos gases, la combinación de vapor de agua y el SO<sub>2</sub> se convierte en lluvia ácida (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

### **Extinción Triásica**

El periodo Triásico se extiende des de 251-201 Ma. Está marcado por la evolución de los terápsidos (animales parecidos a mamíferos), los primeros vertebrados que vuelan, los Pterosaurios y la concentración de todas las masas terrestres del mundo en un supercontinente, Pangea. Este continente estuvo situado en la región templada y las regiones tropicales de la Tierra. El clima triásico-pangaeano se cree que fue generalmente caliente y seco. El cierre del Triásico fue marcado de nuevo por otra extinción masiva que mató a 22% de las familias marinas y posiblemente a la mitad de los géneros marinos y la mayoría de los reptiles marinos, excepto ictiosaurios y plesiosaurios. Durante este periodo se registran ejemplares de reptiles voladores como el *Eudimorphodon*. Uno de los mayores depredadores de este periodo fue el *Rutiodon* además de herbívoros acorazados como el *Desmatusuchus*. Se considera que la causa de la extinción en este periodo fue la intensa actividad volcánica que terminó fragmentando Pangea formando la Provincia Magmática Centro Atlántico (CAMP por sus siglas en inglés). El *Megazostrodon* fue el primer mamífero verdadero del tamaño de una zarigüeya, probablemente vivía en madrigueras. De igual manera, hacen su aparición los primeros dinosaurios como el *Staurikosaurus*, mismos que se diversificarán durante los siguientes dos periodos geológicos.

## **Extinción Cretácica**

El periodo cretácico inició hace 145 Ma y terminó hace 66 Ma. Este episodio de extinción ha sido nombrado por la comunidad científica como el límite K/T (Cretácico en alemán y Terciario) y recientemente se le llama límite K/Pg. Aunque tradicionalmente se le conoce como el fin de los dinosaurios, también otros grupos como los ammonites fueron impactados de tal manera que no se encuentra registro geológico posterior a este periodo. Dos grandes catástrofes pueden haber causado la extinción K/Pg: impacto de asteroides y erupciones volcánicas. Por ejemplo, el sedimento fechado en el evento de extinción contiene concentraciones inusualmente altas de Iridio, cuarzo impactado y basalto, todos ellos asociados con el impacto de meteoros. El iridio tiene dos fuentes principales el manto de la Tierra, meteoritos y asteroides. Por lo tanto, la distribución generalizada de Iridio, la presencia de cuarzo impactado, que es indicativo de alta presión de impacto, junto con pequeñas gotas de basalto que normalmente se producen cuando la corteza terrestre se ha derretido, indican que la Tierra fue golpeada por un asteroide, probablemente en la zona que hoy se conoce como península de Yucatán de México. También se ha considerado que la actividad volcánica de la provincia de Deccan en India contribuyó a la extinción masiva de finales del Cretácico.

### **¿Qué sucede después de una extinción masiva?<sup>5</sup>**

Las extinciones masivas han llamado la atención en las últimas décadas y representan episodios importantes en la historia de la vida en Tierra. La extinción, como ya se ha planteado, es un fenómeno evolutivo.

La extinción como fenómeno evolutivo, que al menos en parte no sigue las reglas de la selección natural, interesa por sus efectos y estos dependen de cómo funciona la extinción y de cómo es la recuperación posterior. Se intenta ver en las extinciones el carácter selectivo que se espera en un proceso evolutivo, sin embargo, las extinciones son un proceso complejo que tiene una primera fase de extinción con

un fuerte carácter de azar y otras fases posteriores, supervivencia y recuperación, en las que el carácter determinista parece claro, aunque complejo.

Se ha reportado en la literatura que hay extinciones con una **recuperación rápida**, tanto que no se detectan si medimos la diversidad en intervalos de cinco millones de años, y otras de **recuperación lenta**, por lo general más profundas, que se detectan sea cual sea el sistema de medida. Entre las primeras figura la extinción del Cretácico, mientras que la del Pérmico ejemplifica a las segundas.

Las extinciones pueden ser escalonadas por causas asociadas a la tectónica de placas, como el vulcanismo y los cambios climáticos. Tampoco se pueden desechar las colisiones de objetos extraterrestres, pero el fenómeno principal por el que se mantiene una baja diversidad está en la distribución de tierra y de mares. Los cambios en esa distribución que permiten mayor diversidad sólo ocurren muy lentamente. De ahí que la recuperación de la diversidad hasta niveles similares a los previos a la extinción sea muy lenta. Con unidades de medida de cinco millones de años se detecta durante mucho tiempo.

Podemos resumir que, si grande fue la extinción del Pérmico, pequeña fue la diversificación triásica. Bottjer (2001) resume a autores anteriores, y postula que los intervalos aparecen como «Unidades Evolutivas Ecológicas» que son periodos largos, distinguibles, del Fanerozoico, en los que las paleocomunidades bentónicas se componen de un conjunto estático de géneros que perduran por entre 30 y 140 millones de años.

Dentro de esas o limitándolas, existen intervalos de recuperación (cinco según el mismo autor) caracterizados por la inestabilidad, remplazamientos recurrentes y reorganización de comunidades, con una duración de entre 3 y 8 millones años. Estos intervalos siguen a las cinco grandes extinciones.

Existen también otros periodos más cortos, en el seno de las Unidades Evolutivas Ecológicas, correlativas con extinciones menores como la del Cenomaniano. Cada recuperación tiene una característica única que depende de:

- a) el efecto taxonómico de la extinción en masa, amplitud de la extinción y las características de los supervivientes,
- b) el efecto de las extinciones en masa sobre la estructura ecológica,
- c) si el estrés ambiental que produjo la extinción en masa cesó durante ella o continuó más o menos activo con posterioridad, y
- d) la situación y tamaño de los refugios geográficos y ecológicos. Dentro de las regularidades de las extinciones se pueden definir intervalos temporales sobre la base de los comportamientos de las especies:

- **Etapa de extinción en masa**, en la que la diversidad taxonómica desciende más o menos rápidamente y en la que la tasa de extinción es mucho mayor que la tasa de aparición de nuevas especies.

- **Etapa de supervivencia**, en la que la diversidad taxonómica es baja pues se mantiene un equilibrio entre la tasa de extinción y la de aparición de nuevas especies.

- **Etapa de recuperación** en la que la diversidad taxonómica comienza a recuperarse, con mayor tasa de apariciones que de extinciones y reaparición de las especies Lázaro y similares, que indican condiciones equivalentes a las anteriores a la extinción.

- **Etapa de expansión**, en la que se presenta un incremento en la diversidad hasta niveles muy altos, incluso superiores a los anteriores a la extinción. En este esquema, el intervalo de recuperación va desde el final de la extinción en masa hasta el inicio de la época de expansión. Naturalmente a pesar de definir esta regularidad, no todas las extinciones tienen bien marcadas las etapas y estas

pueden no aparecer en todos los ecosistemas de una misma extinción en masa, o tener dependencia geográfica. El comportamiento de la diversidad durante estas etapas, al menos en las extinciones en masa catastróficas, dibuja un esquema que caracteriza a las extinciones.

Durante la etapa de extinción la diversidad cae rápidamente, con una tasa en incremento hasta el mínimo de diversidad que corresponde con el máximo de extinción e inicio de la supervivencia, en la que la diversidad se mantiene o recupera ligeramente, para iniciar un incremento uniformemente acelerado en la etapa de recuperación, y mayor aún en el de expansión.

En el estudio de las recuperaciones se utilizan dos tipos de aproximaciones: taxonómica y ecológica, e incluso la mixta.

- **Especies extinguidas.** Son las que desaparecen en la fase de extinción sin dejar descendientes. Sus mejores ejemplos se presentaron en el Cretácico con los ammonites, rudistas, globotruncanas, dinosaurios no avianos, etc.

- **Especies aplazadas.** Son especies que se extinguen pero que soportan, a veces con fuertes pérdidas, la fase de extinción y desaparecen durante las fases siguientes (supervivencia e incluso al inicio de la recuperación). Se ha citado como ejemplo a lo estromatopóridos durante la extinción del Devónico, aunque algunos llegan hasta el Cretácico.

- **Taxones desastre.** Son típicos de la fase de supervivencia. Suelen tener amplio rango temporal, pero su máxima abundancia ocurre en estos momentos. Los estromatolitos que tuvieron su máxima abundancia y dispersión en el Precámbrico aparecen con cierta abundancia durante algunas extinciones posteriores y aún hoy se encuentran en ambientes marginales.

- **Taxones progenitores.** Aparecen durante las diferentes fases de la extinción, en especial en la supervivencia y recuperación y es durante esta última en la que comienzan una diversificación importante. Los braquiópodos de braquidium

espiralado aparecen en la extinción ordovícica (*Atrypida*) y se desarrollan después hasta ser una de las faunas más importantes de algunos momentos del Paleozoico.

- **Taxones Lázaro.** Desaparecen durante la fase de extinción para volver a encontrarse en la de recuperación. En este caso, desaparecen en el registro fósil ya que pueden sobrevivir en otro lugar. Se trata de formas con requerimientos ecológicos suficientemente altos como para no poder desarrollarse en la etapa de supervivencia. Hay formas actuales que se comportaron así durante el Pérmico, como los bivalvos *Chlamys* y *Pinna*.

- **Taxones Elvis.** Son grupos nuevos pero similares a otros anteriores desaparecidos durante la etapa de extinción. Es el caso de los alveolínidos (Foraminíferos). Son producto por lo general de una evolución iterativa.

- **Taxones supervivientes.** Soportan la extinción y sufren una diversificación posterior, como los mamíferos en el Cretácico. Dentro de las aproximaciones ecológicas se encuentran comportamientos similares a las de los taxones anteriores, como **generalistas ecológicos, oportunistas especies desastre, especies refugiadas, letargo**, etc. Así mismo, el estudio comparativo de las paleocomunidades o la Paleoecología evolutiva comparada entre las etapas de extinción y de recuperación aporta datos sobre el comportamiento de las extinciones.

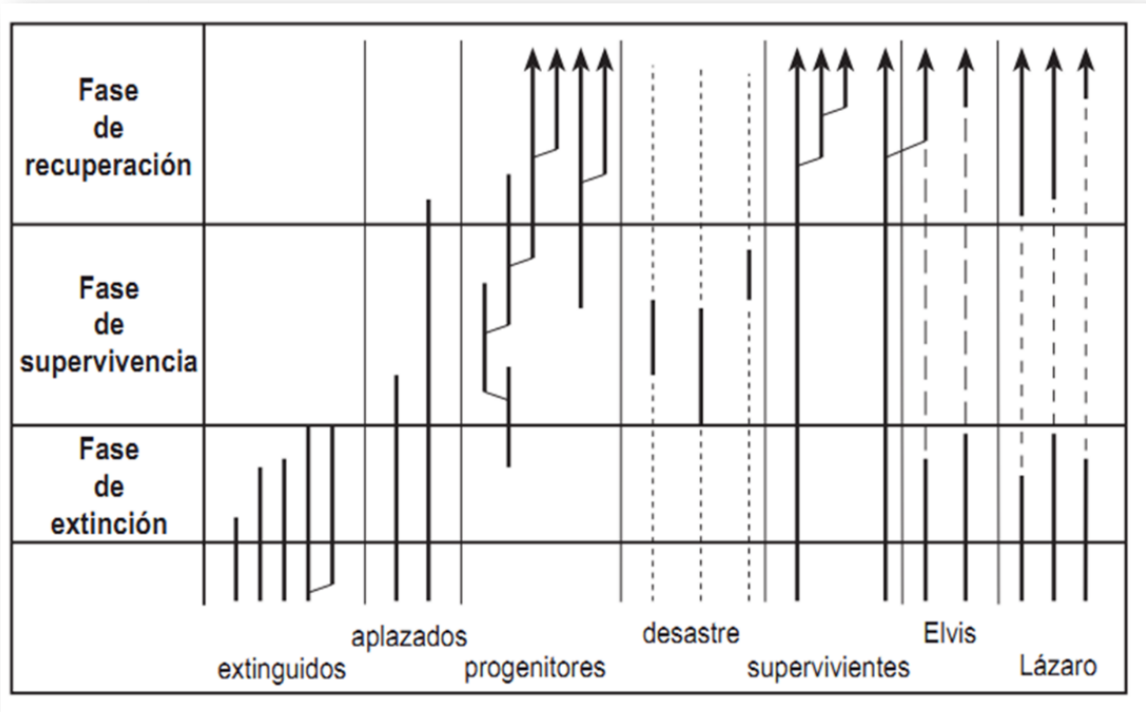


Figura 1. Tipos de taxones frente a una extinción en masa. Los trazos sólidos indican el intervalo en que se registra la especie como fósil. Los trazos discontinuos indican intervalos en los que la especie ha debido vivir, pero no se tiene registro fósil, salvo en los taxones Elvis en los que los trazados discontinuos representan la falsa suposición de que han sobrevivido sin registro (Tomado de Rivas, 2004).

*Actividad 5*

 *Extinciones*

**Instrucciones.** Elabora un mapa conceptual con la siguiente lista de conceptos y redacta la correspondiente explicación.

Extinción de Fondo	Iridio	Registro fósil
Extinción Masiva	Reptiles mamiferoides	Taxón
Radiación adaptativa	Especie	
Dinosaurios	Diversidad	
Nicho ecológico	Hombre	
Proterozoico	Evento de oxidación	
Snow Ball Earth	Triásico	
Pérmico	Devónico	
Ordovícico	Cretácico	
Braquiópodos	Trilobites	
Vulcanismo	Ammonites	
Meteorito	Mamíferos	
Extinción	Vulcanismo	
Pangea	Sexta extinción	
Trampa siberiana		



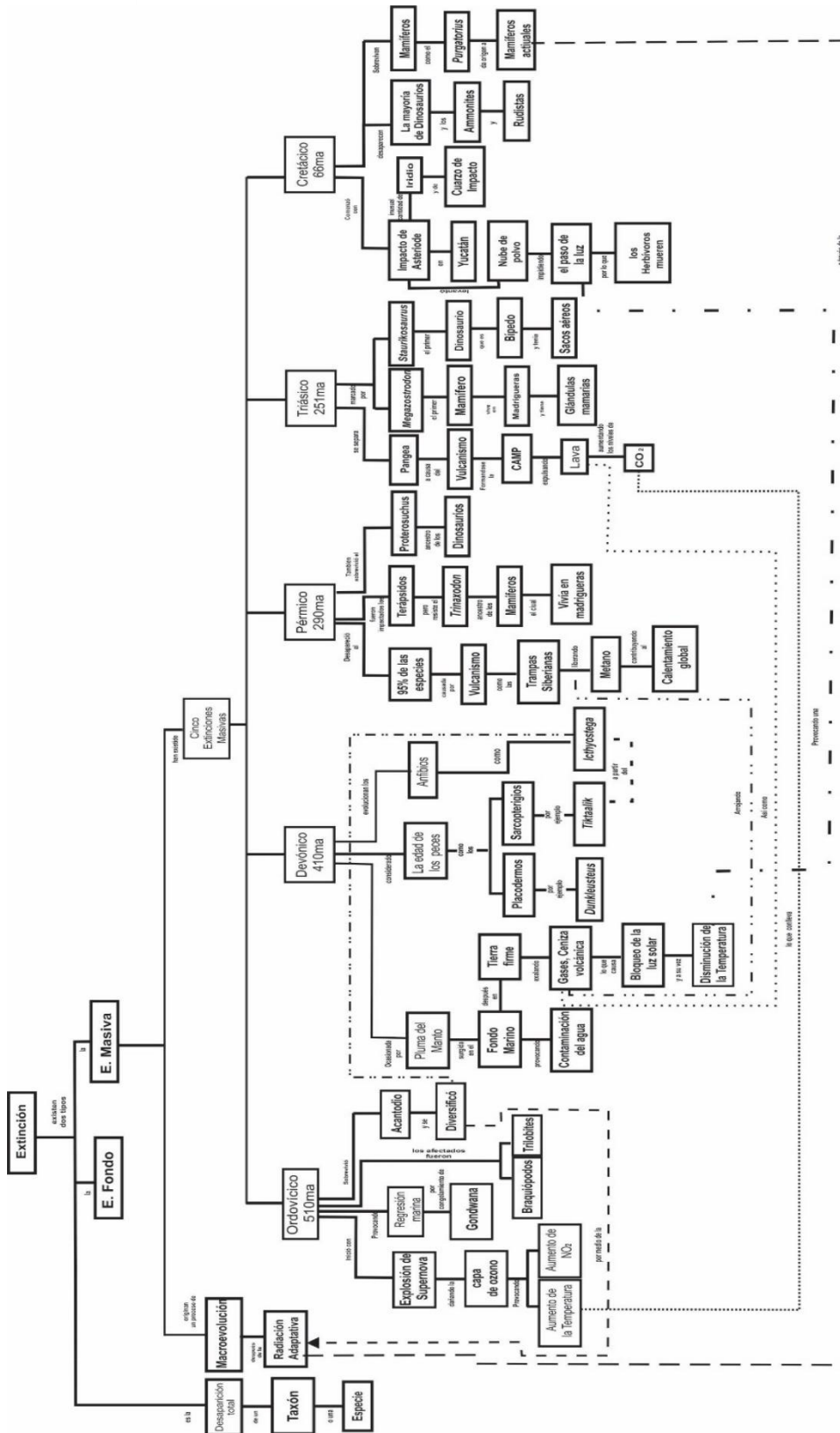


Figura 2. Mapa maestro sobre el tema de extinciones

## Redacción modelo

La extinción es la desaparición de un taxón o una especie. Se denomina Extinción de Fondo a aquella que se está dando a lo largo del tiempo, es continua. Cuando ocurre de manera rápida, en términos de tiempo geológico, se denominan Extinciones Catastróficas, si se extinguen muchos grupos biológicos se le denomina Extinción Masiva. Durante las extinciones masivas se “deja un nicho ecológico vacío”, los taxones sobrevivientes ocupan estos nichos y pueden dar origen a procesos macroevolutivos en los que intervine la radiación adaptativa que es la diversificación, a partir de un ancestro, en un conjunto de taxones que difieren en la forma de explotar el ambiente.

A lo largo de la Historia de la Tierra han sucedido cinco grandes extinciones, la primera fue a finales del Periodo Ordovícico en el cual resultaron disminuidos los trilobites y braquiópodos; las causas asociadas son las glaciaciones. Posteriormente, a finales del Periodo Devónico sucedió otro evento de extinción en el cual los peces placodermos resultaron afectados, las causas asociadas a esta extinción es el vulcanismo. Después, a finales del Periodo Pérmico, ocurrió otra extinción masiva, esta ha sido el más catastrófico resultando impactado el 95 % de la vida en el planeta. Al igual que en otros casos de esta extinción es atribuida al intenso vulcanismo como lo fueron las llamadas trampas siberianas.

Más tarde a finales del Periodo Triásico, el vulcanismo ocasionado por la fragmentación del súper continente Pangea formó la CAMP (Provincia Magmática Centro Atlántica). Ocasionando nuevamente incremento en la concentración de gases de efecto invernadero, calentamiento global, quienes sobrevivieron a esta extinción fueron organismos como pequeños mamíferos y desde luego los Arcosaurios entre ellos los dinosaurios que se diversificaron durante el siguiente periodo.

Finalmente, a finales del Periodo Cretácico, ocurrió otra extinción masiva causada por el impacto de un meteorito en lo que hoy es la península de Yucatán cuya

evidencia es una capa fina de iridio que se localiza en diversos puntos del planeta, así como cuarzo de impacto. También se ha relacionado con esta extinción el vulcanismo que ocurría en la provincia de Decán en India. A consecuencia de este evento se extinguieron la mayoría de los dinosaurios no avianos, los ammonites, rudistas y reptiles marinos y voladores. Los sobrevivientes a esta extinción fueron los mamíferos que se diversificaron durante el siguiente periodo, así como las aves entre otros.



### Propuesta de Planeación Didáctica

Elaborada por: Rubén Cruz Vázquez

sesión: 1

<b>Asignatura: Biología IV</b>		<b>Primera Unidad. ¿Cómo se explica el origen de la biodiversidad a través del proceso evolutivo?</b>	
<b>Propósito.</b> Al finalizar la Unidad, el alumno comprenderá que las especies son el resultado de la evolución, a través del estudio de los mecanismos y patrones evolutivos, para que explique el origen de la biodiversidad.		<b>Tema 1.</b> Fuerzas evolutivas y sus consecuencias.	
<b>Propósito de aprendizaje.</b> Explicar el papel de la extinción en la recomposición de la Biodiversidad.			
Objetivos de Aprendizaje	Contenido	Situaciones de enseñanza-aprendizaje	Evaluación
<p style="text-align: center;"><b>Declarativos</b></p> <p>El alumno:</p> <p>-Identificará los componentes de los mapas conceptuales.</p> <p style="text-align: center;"><b>Procedimentales</b></p> <p>Identificar, organizar, ordenar y jerarquizar conceptos para elaborar un mapa conceptual.</p> <p style="text-align: center;"><b>Actitudinales</b></p> <p>Aplicará actitudes y valores de respeto y tolerancia hacia sus compañeros y el profesor.</p>	<p>- Mapas Conceptuales: Conceptos, palabras enlace, proposiciones, enlaces cruzados.</p> <p>-Extinción</p> <p>-Extinción de fondo</p> <p>-Extinción masiva: Catastrófica, y Gradual</p>	<p style="text-align: center;"><b>Apertura</b></p> <p>-Presentación de los objetivos de la sesión proyectándolos en el pizarrón, el alumno leerá los objetivos.</p> <p style="text-align: center;"><b>Desarrollo</b></p> <p>-Presentación de manera expositiva sobre la elaboración de mapas conceptuales.</p> <p>El alumno identificará los componentes del mapa conceptual.</p> <p>-Proyección de ejemplo de mapa conceptual.</p> <p>-Se entregó el texto Extinciones, realizando la lectura de manera individual.</p> <p>El alumno subrayará los conceptos y los enlistará para construir un mapa conceptual.</p> <p>En grupos de trabajo, compartirán la lista generada y discutirán cuáles conceptos utilizarán para formar el mapa conceptual en equipo.</p> <p>-Dirigirá la plenaria para exposición del mapa conceptual.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Diagnóstica</b></p> <p>-Lista de cotejo para evaluar los conocimientos sobre mapas conceptuales.</p> <p style="text-align: center;"><b>Formativa</b></p> <p>Preguntas dirigidas a los equipos sobre los MC y el contenido del texto.</p> <p>-Rúbrica para la elaboración del mapa conceptual con base en el texto</p> <p style="text-align: center;"><b>Sumativa</b></p> <p>Mapa conceptual.</p>

		<b>Cierre</b>	
--	--	---------------	--

		Participación dirigida para realizar el resumen de la sesión.	
--	--	---	--

**Materiales**

-Pizarrón, proyector, computadora, copias, marcadores, borrador.

**Referencias**

1 Raup , (1991). Extinction: Bad genes or bad luck. W.W. Morton, Nueva York.

2 Arita, H.T. (2016). II. Los elefantes extintos, en tres actos: el descubrimiento del proceso de extinción. P. 43. En Crónica de la extinción. México: FCE.



### Propuesta de Planeación Didáctica

Elaborada por: Rubén Cruz Vázquez

sesión: 2

<b>Asignatura: Biología IV</b>		<b>Primera Unidad. ¿Cómo se explica el origen de la biodiversidad a través del proceso evolutivo?</b>	
<p><b>Propósito.</b> Al finalizar la Unidad, el alumno comprenderá que las especies son el resultado de la evolución, a través del estudio de los mecanismos y patrones evolutivos, para que explique el origen de la biodiversidad.</p>			<p><b>Tema 1.</b> Fuerzas evolutivas y sus consecuencias.</p>
<p><b>Propósito de aprendizaje.</b> Explicar el papel de la extinción en la recomposición de la Biodiversidad.</p>			
Objetivos de Aprendizaje	Contenido	Situaciones de enseñanza-aprendizaje	Evaluación
<p><b>Declarativos</b></p> <p>El alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Enuncia la edad de la tierra</li> <li>- Identificará los periodos geológicos</li> </ul> <p><b>Procedimentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprenderá el tiempo transcurrido desde la formación de la tierra a partir de una analogía.</li> <li>- Elaborar un gráfico que represente el Tiempo Geológico utilizando cálculos matemáticos para su elaboración.</li> </ul> <p><b>Actitudinales</b></p> <p>Aplicará actitudes y valores de respeto y tolerancia hacia sus compañeros y el profesor.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaboración de mapas conceptuales.</li> <li>- Tiempo geológico</li> <li>- Fósil</li> <li>- Extinción de fondo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leerá los objetivos proyectados en el pizarrón, formulará preguntas acerca de los objetivos.</li> <li>- Presentará en plenaria las preconcepciones de los alumnos.</li> <li>- Resolverá el cuestionario diagnóstico acerca de las extinciones masivas.</li> <li>- Participará de manera activa en una plenaria, externando sus conocimientos previos acerca de las extinciones masivas.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Desarrollo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Representará esquemáticamente el tiempo geológico en un círculo.</li> <li>- Representará el tiempo transcurrido desde la formación de la Tierra hasta nuestros días con cuentas de chaquiras.</li> </ul> <p><b>Cierre</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Participará en la elaboración del resumen de la sesión.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Diagnóstica</b></p> <p>- Lista de cotejo para evaluar los conocimientos sobre mapas conceptuales.</p> <p style="text-align: center;"><b>Formativa</b></p> <p>Preguntas dirigidas a los equipos sobre los MC y el contenido del texto.</p>
<p><b>Materiales</b></p> <p>- Pizarrón, proyector, computadora, copias, marcadores, borrador.</p>			



**Propuesta de Planeación Didáctica**

**Elaborada por:** Rubén Cruz Vázquez

**sesión:** 3

<b>Asignatura: Biología IV</b>		<b>Primera Unidad. ¿Cómo se explica el origen de la biodiversidad a través del proceso evolutivo?</b>	
<p><b>Propósito.</b> Al finalizar la Unidad, el alumno comprenderá que las especies son el resultado de la evolución, a través del estudio de los mecanismos y patrones evolutivos, para que explique el origen de la biodiversidad.</p>			<p><b>Tema 1.</b> Fuerzas evolutivas y sus consecuencias.</p>
<p><b>Propósito de aprendizaje.</b> Explicar el papel de la extinción en la recomposición de la Biodiversidad.</p>			
Objetivos de Aprendizaje	Contenido	Situaciones de enseñanza-aprendizaje	Evaluación
<p style="text-align: center;"><b>Declarativos</b></p> <p>-Comprenderá el papel de las extinciones en el proceso evolutivo.</p> <p>-Identificará los eventos que causaron las diferentes Extinciones Masivas.</p> <p style="text-align: center;"><b>Procedimentales</b></p> <p>-Seleccionará, Organizará, y jerarquizará los conceptos relacionados con el tema de extinciones.</p> <p style="text-align: center;"><b>Actitudinales</b></p> <p>Aplicará actitudes y valores de respeto y tolerancia hacia sus compañeros y el profesor.</p>	<p>- Tiempo geológico</p> <p>-Fósil</p> <p>-Radiación adaptativa</p> <p>-Extinción de fondo.</p> <p>-Extinciones Masivas:</p> <p style="padding-left: 20px;">-Ordovícico</p> <p style="padding-left: 20px;">-Devónico.</p> <p style="padding-left: 20px;">-Pérmico</p> <p style="padding-left: 20px;">-Triásico</p> <p style="padding-left: 20px;">-Cretácico</p>	<p style="text-align: center;"><b>Apertura</b></p> <p>Leer los objetivos proyectados en el pizarrón, formulará preguntas acerca de los objetivos.</p> <p>- Presentará en plenaria las preconcepciones de los alumnos.</p> <p>-Participará de manera activa en una plenaria, externando sus conocimientos previos acerca de las extinciones masivas.</p> <p style="text-align: center;"><b>Desarrollo</b></p> <p>-Tomará anotaciones sobre la presentación del profesor.</p> <p>-Elaborará un mapa conceptual sobre el tema extinciones masivas.</p> <p style="text-align: center;"><b>Cierre</b></p> <p>-Participará en la elaboración del resumen de la sesión.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Diagnóstica</b></p> <p>-Lista de cotejo para evaluar los conocimientos sobre mapas conceptuales.</p> <p style="text-align: center;"><b>Formativa</b></p> <p>Preguntas dirigidas a los equipos sobre los MC y el contenido del texto.</p>
<p><b>Materiales</b> Pizarrón, proyector, computadora, copias, marcadores, borrador.</p> <p><b>Referencias</b> Ashraf, M.T. E., (2008). <i>Mass extinction</i>. Egipto: Springer. -Ashraf, M.T.E &amp; Rhawn, J. (2009). <i>The history, Origins and causes of mass extinctions</i>. Journal of Cosmology, 2, 2001-220. -De Renzi, M. (1988). <i>What happens after extinction?</i> Revista Española de Paleontología, 107-112.</p>			



**Cuestionario de conocimientos declarativos sobre el tema de extinciones**

Nombre: \_\_\_\_\_

Grupo: \_\_\_\_\_ Aciertos \_\_\_\_\_ Calificación: \_\_\_\_\_

**I. Instrucciones.** Lee detenidamente las preguntas y subraya la respuesta correcta.

1. ¿Qué edad tiene el planeta Tierra?
  - a) 5000 Ma
  - b) 4600 Ma
  - c) 4000 Ma
  - d) 5500 Ma
  
2. ¿Qué es un fósil?
  - a) Una roca en forma de restos de animal o planta hecha por capricho de la naturaleza
  - b) Formas parecidas a organismos vivos de más de 10,000 años de antigüedad.
  - c) Cualquier objeto que se encuentre enterrado y tenga menos de 10,000 años de antigüedad.
  - d) Restos de organismos o evidencia de su actividad biológica de más de 10,000 años de antigüedad.
  
3. ¿Cuál es el orden cronológicamente correcto de las divisiones de la historia de la Tierra?
  - a) Paleozoico, Precámbrico, Cenozoico, Mesozoico.
  - b) Precámbrico, Mesozoico, Cenozoico, Paleozoico.
  - c) Precámbrico, Paleozoico, Mesozoico, Cenozoico.
  - d) Precámbrico, Cenozoico, Mesozoico, Paleozoico.
  
4. Se puede definir a la extinción biológica como:
  - a) La desaparición, aparición y reemplazo de una especie o taxón.
  - b) La desaparición y reemplazo de un grupo biológico.
  - c) La desaparición total de una especie o un taxón.
  - d) La desaparición de sólo un miembro de una especie.
  
5. La extinción de fondo ocurre cuando:
  - a) Se extingue una especie o un taxón lo largo del Tiempo Geológico.
  - b) Se extingue una especie o un taxón en un periodo corto de Tiempo Geológico.
  - c) Se extingue una especie o un taxón a lo largo del Tiempo Geológico por medio de una catástrofe.
  - d) Se extingue una especie o un taxón con poca especialización en un periodo corto de tiempo.



6. Se le conoce a la extinción masiva como:
- a) Extinción progresiva durante un periodo largo de tiempo de numerosas especies y grupos taxonómicos superiores
  - b) La desaparición, de numerosas especies y grupos taxonómicos superiores.
  - c) La desaparición de numerosas especies o grupos taxonómicos superiores en un corto periodo de tiempo geológico.
  - d) La desaparición varias especies del mismo grupo taxonómico en largos periodos de tiempo.

7.- Es la diversificación evolutiva de un taxón, por encima del nivel de especie, hacia diferentes papeles ecológicos.

- a) Selección Natural.
- b) Evolución.
- c) Radiación adaptativa.
- d) Especiación.

8.- En este Periodo, la fragmentación de Pangea fue una de las causas de la extinción masiva. Aparecen los primeros dinosaurios.

- a) Devónico
- b) Triásico
- c) Pérmico
- d) Cretácico

9.- En este periodo en el que se extinguen la mayoría de los dinosaurios no avianos y los ammonites.

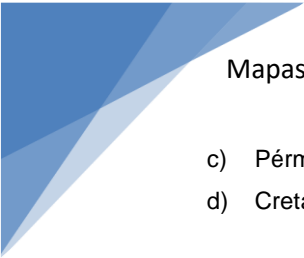
- a) Devónico
- b) Triásico
- c) Pérmico
- d) Cretácico

10.- La extinción en este Periodo es considerada la mayor de la crisis biológica al desaparecer casi el 96% de la vida.

- a) Devónico
- b) Triásico
- c) Pérmico
- d) Cretácico

11.- Se considera que durante este periodo se inició la extinción masiva por un fenómeno llamado Pluma del Manto. En este periodo se registrar a *Tiktaalik*.

- a) Devónico
- b) Triásico



Mapas conceptuales como estrategia de enseñanza-aprendizaje en el tema: Extinciones

- c) Pérmico
- d) Cretácico

12.- Durante el periodo se registraron los primeros vertebrados acorazados como el *Astraspis*. Se considera que se inició la extinción por el descenso de la temperatura.

- a) Devónico
- b) Triásico
- c) Pérmico
- d) Ordovícico

13.- ¿Cuál es la importancia de las Extinciones en la recomposición de la biodiversidad?

14.- ¿El conocimiento sobre las Extinciones Masivas cambia tu perspectiva sobre el Cambio Climático? Si, No  
¿Por qué?

15.- ¿Cómo se puede explicar, a través de las Extinciones, la diversidad actual?



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
PLANTEL ORIENTE  
**Cuestionario Sociodemográfico<sup>1</sup>**



Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Género: \_\_\_\_\_

Domicilio (Solo municipio o delegación):  
\_\_\_\_\_

Tiempo aproximado de traslado hacia el  
Colegio: \_\_\_\_\_

**Instrucciones.** Contesta las siguientes preguntas de manera clara y lo más extensa posible.

1.- Actualmente ¿Con quién vives?

\_\_\_\_\_

2.- ¿A qué se dedican tus padres y hermanos?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3.- ¿Quién sostiene económicamente tus estudios?

\_\_\_\_\_

**Datos académicos**

4.- ¿Debes alguna materia? Si, no, ¿Cuáles?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5.- ¿Qué profesión universitaria te gustaría estudiar?

\_\_\_\_\_

6.- ¿Qué promedio tienes hasta el momento?

\_\_\_\_\_

7.- ¿Te gusta la Biología? Sí, no ¿Por qué?

---

8.- ¿Por qué elegiste esta asignatura?

---

9.- ¿Con qué actividades consideras que te es más fácil aprender?

---

10.- ¿Tienes algún inconveniente para trabajar en equipo?

---

11.- ¿Tienes computadora en casa y acceso a internet?

---

### **Pasatiempos**

12.- ¿Qué te gusta hacer en tus ratos libres?

---

---

13.- ¿En qué tipo de habilidades te consideras buen@?

---

---

14.- ¿Qué tipo de habilidades posees que te puedan ser de utilidad en la asignatura de Biología?

---

---

### **Metas académicas**

15.- ¿Qué calificación quieres obtener en la asignatura?

---

16.- ¿Qué vas a hacer para lograrlo?

1.Modificado de Ortiz, A. (2010). *Diseño y valoración de estrategias de enseñanza con un enfoque constructivista para el aprendizaje del tema metabolismo*. Tesis de Maestría, UNAM: México.