

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES



PROGRAMA DE ESTUDIOS, MANUAL DE PRACTICAS
Y LITERATURA SELECTA PARA LA MATERIA DE PALEOBIOLOGIA,
DENTRO DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGIA

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA
PRESENTA
MARGARITO MORA NUÑEZ
ZAPOPAN, JALISCO, AGOSTO DE 1996

El presente trabajo de tesis fue realizado en la División de Ciencias Biológicas y Ambientales, bajo la dirección de la Maestra en Ciencias Victoria Carrillo Camacho, y con la asesoría de la Bióloga Georgina Adriana Quiroz Rocha y del Maestro en Ciencias José Luis Navarrete Heredia.



Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
División de Ciencias Biológicas y Ambientales

1275/95

C. MARGARITO MORA NUÑEZ
PRESENTE . -

Manifestamos a Usted, que con esta fecha ha sido aprobado el tema de Tesis "PROGRAMA DE ESTUDIOS, MANUAL DE PRACTICAS Y LITERATURA SELECTA PARA LA MATERIA DE PALEOBIOLOGIA, DENTRO DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGIA" para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicha Tesis la M.C. Victoria Carrillo Camacho.

A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA"

Las Agujas, Zapopan, Jal., 04 de Octubre de 1995

EL DIRECTOR

M. EN C. ALFONSO E. ISLAS RODRIGUEZ

EL SECRETARIO

OCEAN SALVADOR VELAZQUEZ MAGAÑA

c.c.p.- M.C. Victoria Carrillo Camacho.- Director de Tesis
c.c.p.- El expediente del alumno
c.c.p.- El minutarario

AEIR/SVM/mahs*

C. ALFONSO E. ISLAS RODRIGUEZ
DIRECTOR DE LA DIVISION DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
P R E S E N T E

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo revisado el trabajo de tesis que realizó el pasante Margarito Mora Núñez, código 088688775, con el título: "PROGRAMA DE ESTUDIOS, MANUAL DE PRACTICAS Y LITERATURA SELECTA PARA LA MATERIA DE PALEOBIOLOGIA, DENTRO DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGIA" consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y en su caso programación de fecha de exámenes de tesis y profesional respectivos.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva dar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

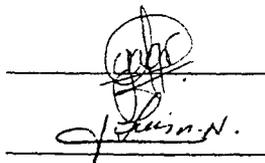
A T E N T A M E N T E
Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jal., Julio de 1996

EL DIRECTOR DE TESIS
M.C. Victoria Carrillo Camacho


Victoria Carrillo C.

ASESORES

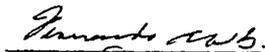
Biol. Georgina Adriana Quiroz Rocha


Georgina A. Quiroz R.

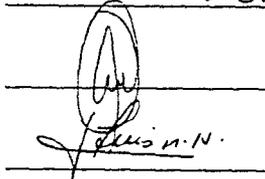
M.C. José Luis Navarrete Heredia

SINODALES

1: Dr. Fernando Alfaro Bustamante

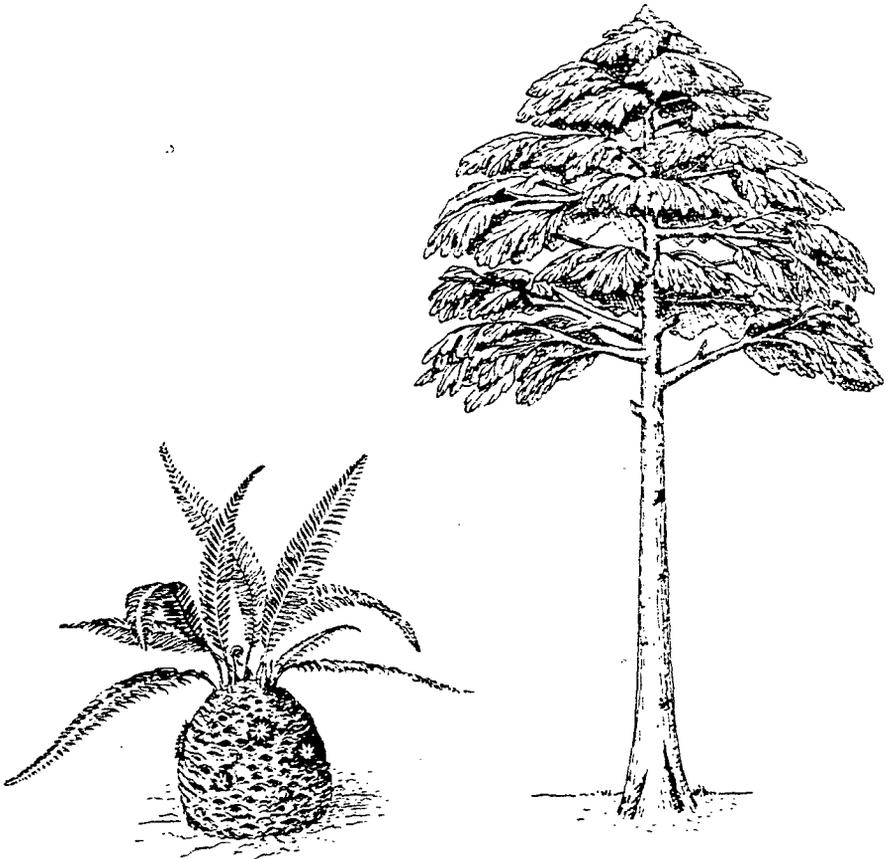

Fernando Alfaro B.

2. M.C. Arturo Orozco Barocio

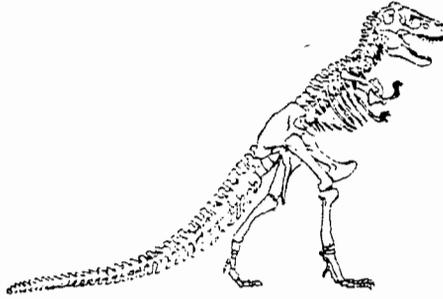

Arturo Orozco B.

3. M.C. José Luis Navarrete Heredia

A MI MADRE



AGRADECIMIENTOS:



A la Universidad de Guadalajara por brindarme la oportunidad de superarme.

A mi madre, por su incondicional apoyo en todo momento.

A mi padre, en su memoria, porque me heredó el gusto por la naturaleza.

A mis asesores, por su continuo apoyo académico y moral.

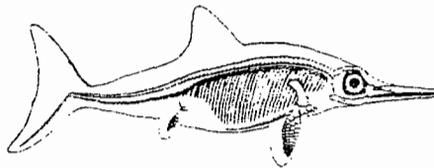
A mis sinodales, por sus valiosas aportaciones al enriquecimiento del trabajo.

A mi directora de tesis, por alentarme para la elaboración del trabajo.

A mis maestros, por guiarme por el camino del conocimiento.

A mis compañeros, los bolcheviques, por brindarme junto con su amistad, continuo apoyo moral.

A mis hermanos y amigos, por su apoyo en mayor o menor medida.





"Se ha afirmado que los seres de las distintas edades geológicas han mantenido, los unos contra los otros, combates en los que los más fuertes han vencido a los más débiles, de suerte que el campo de batalla ha quedado a disposición de los mejor dotados; así que el progreso sería la resultante de luchas y sufrimientos en los tiempos pasados. Esta no es la idea que surge del estudio de la Paleontología. La historia del mundo animado nos muestra una evolución en la que todo está cambiando, como ocurre en las transformaciones sucesivas de una semilla destinada a convertirse en un árbol magnífico, cubierto de flores y de frutos, o como en el caso del huevo, que luego dará lugar a una criatura compleja y encantadora."

Gaudry

"Gracias a las investigaciones paleontológicas que se realizan por todas partes, aquellos seres de los que no entendíamos el lugar que ocupaban dentro de la economía del mundo orgánico se muestran ahora ante nosotros como eslabones de cadenas entrecruzadas en sí mismas; encontramos pasos intermedios de orden a orden, de familia a familia, de género a género, de especie a especie."

Gaudry

RESUMEN

La Paleobiología es la ciencia que estudia la vida del pasado. Como asignatura, se cursa dentro de la licenciatura en Biología en la Universidad de Guadalajara.

El presente trabajo de tesis incluye tres aspectos: un programa de estudios, un manual de prácticas y un listado de literatura de respaldo para el curso.

El programa de estudios esta integrado por nueve unidades conceptuales. Se inicia con aspectos generales de la paleobiología y con fundamentos geológicos. Después se da énfasis en la relación de la materia con ciencias como ecología, biogeografía, evolución y sistemática. Al final se da una panorámica del desarrollo de esta disciplina en nuestro país. Se incluye de igual forma un mapa conceptual de la materia que indica las relaciones de las ramas de la paleobiología entre sí y con otras disciplinas, además de un cuadro que ubica a esta ciencia dentro de programa de la licenciatura en Biología de la Universidad.

El manual de prácticas incluye una serie de nueve actividades prácticas que respaldan al curso teórico. Las prácticas son: 1. Determinación de los tipos de roca, 2. Elaboración de moldes y escayolas, 3. Caracterización de un perfil estratigráfico, 4. Colecta de material paleontológico, 5. Preparación del material colectado, 6. Micropaleontología, 7. Paleobotánica, 8. Invertebrados fósiles y 9. Vertebrados fósiles

Dentro de la práctica 8 se incluyen tres claves de determinación: una para invertebrados en general, una para órdenes de ammonites y otra para órdenes de trilobites. La práctica 9 incluye también una clave para determinar los tipos de cráneo en reptiles. El manual de prácticas contiene además un apéndice con las principales técnicas de colecta y conservación de fósiles.

La sección de literatura selecta se compone de un listado de artículos y capítulos de libros organizados por unidad conceptual que sirven de respaldo bibliográfico para el maestro y el alumno de la asignatura.

Por último se incluyen, en la sección de apéndices, un cuadro con la escala del tiempo geológico y un mapa del estado de Jalisco donde se indican las zonas fosilíferas del mismo.

CONTENIDO

INTRODUCCION.....	1
ANTECEDENTES.....	4
OBJETIVOS.....	6
MATERIALES Y METODOS.....	7
PROGRAMA DE ESTUDIOS.....	8
Objetivos del curso.....	12
Ubicación de paleobiología dentro del plan de estudios.....	14
Mapa conceptual.....	15
Programa de estudios propuesto.....	16
Sugerencias pedagógicas.....	20
MANUAL DE PRACTICAS.....	21
Práctica 1.....	24
Práctica 2.....	28
Práctica 3.....	30
Práctica 4.....	40
Práctica 5.....	43
Práctica 6.....	46
Práctica 7.....	49
Práctica 8.....	53
Práctica 9.....	73
Anexo: Colecta, preparación y preservación de material paleontológico.....	79
LITERATURA SELECTA.....	93
CONCLUSIONES.....	98
LITERATURA CITADA.....	99
ANEXOS.....	103
Escala del tiempo geológico.....	104
Localidades fosilíferas del Estado de Jalisco.....	105

INTRODUCCION

La Paleontología es la ciencia que estudia los organismos que vivieron en otras épocas geológicas y cuyos restos, huellas u otros indicios han llegado hasta nosotros formando parte de las rocas sedimentarias (Black, 1976).

Desde hace algún tiempo, décadas quizá, se ha estado empleando el término Paleobiología para designar la ciencia que estudia los restos fósiles y su interpretación. Ahora bien, si nos atenemos a los conceptos, podemos observar que no existe una diferencia tajante entre los dos términos. Tanto la Paleontología como la Paleobiología estudian e interpretan el registro fósil. Algunos autores, sin embargo, consideran ciertas diferencias; tal es el caso de Meléndez (1982) que toma a la Paleobiología como una rama de la Paleontología.

Los fundamentos en que se basan los autores para diferenciarlas como ciencias independientes se refieren al tipo de interpretación que se le da a los fósiles. De esta forma, la Paleontología interpretaría el registro fósil con un enfoque preferentemente de tipo geológico mientras que la Paleobiología más de tipo biológico. Cabe mencionar que muchos de los programas de estudio de la Licenciatura de Biología de diferentes instituciones utilizan el término de Paleobiología en lugar de el de Paleontología; y esta institución, la Universidad de Guadalajara, no es excepción.

En cualquier caso, el objeto de estudio, tanto de la Paleontología como de la Paleobiología, son los fósiles; y ambas disciplinas (si es que son dos en realidad) se centran en la interpretación de los mismos.

La palabra "fósil" proviene del latín *fossilis*, que significa "sacado cavando" o "enterrado", y en principio fué utilizada para designar cualquier objeto extraído del suelo. En la actualidad su significado se ha restringido y se refiere exclusivamente a los vestigios o restos conservados de organismos antiguos (Norman, 1993).

Los fósiles han fascinado al humano a través de toda su historia. En el transcurso de sus excavaciones en las cuevas de Arcy-sur-Cure, en Borgoña, el célebre prehistoriador francés André Leroi-Gourhan descubrió en un estrato correspondiente al paleolítico medio una pequeña pero muy antigua colección paleontológica; se trataba de un trilobite y un gasterópodo fósil, y habían sido llevados a esa cueva por un hombre de Neanderthal. Hará ya más de 50,000 años, posiblemente, que la atención de un "hombre fósil" se vió atraída por esos objetos curiosos, hasta el punto de que se lo llevó consigo. Esta es la colección paleontológica más antigua de que se tenga noticia (Buffetaut, 1993).

El estudio sistemático formal de los fósiles empezó hace sólo unos 300 años,

aunque se dice que los primeros sabios griegos como Pitágoras ya se habían dado cuenta de la verdadera naturaleza de los fósiles en el siglo V antes de nuestra era. Durante la Edad Media en Europa, muchos naturalistas creyeron que los fósiles eran el producto de una misteriosa "fuerza plástica" (*vis plastica*) que los formó dentro de la Tierra y eran utilizados como talismanes. Su verdadero origen como restos enterrados de antiguos organismos fue establecido, dentro de márgenes de duda razonable, por Steno y otros naturalistas del siglo XVII (Taylor, 1992).

Los fósiles fueron utilizados más tarde para resolver problemas geológicos como las edades relativas de rocas diferentes y también problemas biológicos con respecto a la evolución, así como el origen y extinción de varias formas de vida en la Tierra (Taylor, 1992).

Desde Steno, ha existido un verdadero desfile de científicos notables que han aportado conocimientos valiosos a esta área del conocimiento humano. Podemos mencionar, entre otros, a Cuvier, Agassiz, Smith, Owen, Lamarck, Darwin, Marsh y Cope.

En la actualidad, los fósiles son para el biólogo lo mismo que las bacterias, las plantas, los animales, etc., es decir, son objetos de estudio y al mismo tiempo herramientas que ayudan a comprender la realidad que lo circunda. Por ejemplo, el estudiar la biota de un lugar nos da una idea más cercana de cómo funciona una determinado ecosistema (aunque cabe aclarar que existen otros muchos elementos a considerar para entender un ecosistema en su conjunto). De igual forma, el estudio de los fósiles le proporciona al biólogo algo así como los antecedentes históricos de la biosfera actual. Dicho de otra forma, proporciona la "Dimensión Temporal" a su cosmovisión.

La mayor parte de las ciencias biológicas son predictivas, es decir, al estudiar determinado fenómeno pueden predecir los resultados, siguiendo una secuencia lógica en sus métodos; pueden darse el lujo de las repeticiones en sus experimentos y de esta manera generar conocimiento.

La Paleobiología, en cambio, es una ciencia explicativa y descriptiva, es decir, pretende llegar a un conocimiento total de los seres vivos que precedieron en el tiempo a los actuales, utilizando únicamente los datos que se puedan obtener de los restos fósiles. Como podrá saberse, muchas veces los fósiles no se encuentran en buen estado y por desgracia, en este caso, no existe la posibilidad de elegir entre muchos ejemplares. Generalmente, esto último es un problema que puede convertirse en una muralla infranqueable que limita la soltura de los paleobiólogos a la hora de interpretar los datos obtenidos en sus investigaciones. Es evidente que los métodos empleados en Paleobiología son muy diferentes a los métodos de las demás ciencias biológicas.

La paleobiología es también una ciencia integrativa porque necesita conocimientos aportados por una infinidad de ciencias tales como: ecología, evolución, geología, fisiología, anatomía, sistemática, química, etc., que dan un soporte a las interpretaciones paleobiológicas.

Entendiendo la importancia de esta ciencia, queda claro que es indispensable cursarla como asignatura dentro de la formación profesional de todo biólogo. Y no sólo eso, sino que debe cursarse como materia terminal integrativa debido a que, como se mencionó antes, requiere la colaboración de otras muchas disciplinas para su buen entendimiento.

El presente trabajo pretende ser una herramienta que ayude a los biólogos en formación a entender la importancia que tiene el conocer la vida del pasado y su continuo cambio hasta el presente. Pretende, de igual forma, darle a su visión del universo la dimensión temporal, ya que a la mayor parte del resto de las asignaturas dan énfasis a la dimensión espacial (con excepción quizá de la evolución).

ANTECEDENTES:

La paleobiología es la ciencia que estudia la vida del pasado en el tiempo geológico. Su objeto de estudio son los fósiles. Tiene la característica de ser una ciencia explicativa y no predictiva, puesto que aporta datos que de alguna forma explican los hechos ocurridos, no pudiendo ser experimental.

La paleobiología es una ciencia importante, y esto hace imprescindible el cursarla como asignatura dentro de la formación de los biólogos. Este trabajo pretende proporcionar, de la manera más integral posible, las herramientas necesarias para cursarla, puesto que propone un programa de estudios a seguir, un conjunto de actividades prácticas que complementan la teoría y además una serie de escritos de diversas fuentes que respaldan el curso teórico.

La elaboración del programa de estudios presentó algunos problemas a resolver, como lo son: la elección y priorización de los temas que habría de contener, el dar una secuencia lógica a los mismos y conectar los conocimientos adquiridos con otras áreas de estudio y viceversa. Con el fin de ser lo más objetivo posible, se consultaron planes de estudio de otras instituciones, así como literatura de la materia y temas afines.

Entre las fuentes consultadas para la estructuración del programa figuran las siguientes: los programas de paleontología y paleobiología de la UNAM, y los trabajos de Meléndez (1982) y (1986), Black (1976), Behrensmeyer et al. (1992), Parker y Bernor (1990), Schindewolf (1993), Taylor y Taylor (1993), Stewart y Rothwell (1993) Dunbar (1961), López (1993), Foster (1978), Montgomery (1992) y Skinner (1992).

Para aspectos especiales del mismo programa se consultaron obras un poco más específicas. Entre otras se pueden mencionar las siguientes: Agoustí (1994), Auffenberg (1984), Camacho (1979), Cruz-Reyna (1994), Dixon et al. (1988), Erickson (1990) y (1992), Gould (1989), Hernández (1991), Levi-Setti (1993), Llorente y Luna (1994), Lewin (1987), McGowan (1993), Muriá (1980), Nava (1993), Norman (1992), Parker (1992), Poinar y Poinar (1995), Reader (1991), Skelton (1993), Strickberger (1990), Tarling y Tarling (1986), Templado (1974) y Trabulsee (1985).

Como es natural, también fue necesario consultar obras de didáctica y de estructuración de planes de estudio. A este respecto se consultaron los siguientes trabajos: Méndez y Batalla (1968), Moncayo (1986), Rodríguez (1987), SEP (1992) y UNAM (1972).

Además se revisaron algunos trabajos realizados dentro del C.U.C.B.A., como los de: Martínez y Jacobo (1995), Rodríguez (1995) y Avila y Gómez (1995). Cabe

mencionar que fueron la únicas tesis de licenciatura encontradas dentro del C.U.C.B.A. que tratan sobre planes y programas de estudio. No existe ningún trabajo que proponga un programa de estudios a nivel licenciatura.

En cuanto a manuales de prácticas se consultaron los trabajos de: Barragán (1992), Márquez et al. (1992), Díaz (1992), García y Aviña (1995), López y de la Cruz (1991), Madrigal (1995), Michel (1986) y Vieto (1994). Además se consultaron algunas técnicas descritas en el trabajo de Gaviño (1994).

Dentro del C.U.C.B.A. se encontraron los siguientes trabajos dedicados a antologías de respaldo para cursos: Cortéz y Sánchez (1992), Flores et al. (1992) y Hernández y Díaz (1992).

Finalmente, es importante aclarar que es el primer trabajo integral realizado dentro de la División por parte de los alumnos, donde se incluye el programa de estudios a seguir, las actividades prácticas que respaldan la teoría y el apoyo bibliográfico necesario para sustentar el curso.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

* Proponer el programa de estudios, un manual de prácticas y elaborar un listado de literatura de respaldo para la materia de Paleobiología dentro de la Licenciatura en Biología de la Universidad de Guadalajara.

OBJETIVOS PARTICULARES:

1. Implementar un programa de prácticas de laboratorio y campo orientadas a la investigación que complementen el curso teórico de Paleobiología.
2. Elaborar un listado de referencia actualizada proponiendo la literatura de mayor relevancia para cada uno de los temas del curso.
3. Elaborar un programa temático puntual de la asignatura de Paleobiología.
4. Hacer un mapa conceptual de la materia.

MATERIALES Y METODOS

Para la elaboración del presente trabajo se llevaron a cabo las siguientes actividades:

1. Revisión bibliográfica. Se consultaron diversas fuentes bibliográficas en la literatura existente en la Biblioteca Central del C.U.C.B.A., así como de bibliotecas externas (Biblioteca de la Facultad de Ciencias de la UNAM, Biblioteca de Geología de la UNAM, y algunas otras); además, y debido a que existe poca literatura especializada en el tema en nuestro medio, fue necesario citar algunas fuentes del material personal del autor. Con todo el material recopilado se hizo una distinción entre lo que serviría para cada uno de los aspectos de la tesis.

2. Elaboración del programa de estudios y mapa conceptual. La consulta de los planes de estudio de la materia en otras instituciones aunado a la revisión de la literatura más novedosa encontrada sobre la materia fué lo que dió soporte a la elaboración del programa de estudios de Paleobiología. Se dió una secuenciación a los temas y se les agrupó en unidades conceptuales. Al final se elaboró un mapa conceptual que expone el campo de estudio de la materia.

3. Elaboración del manual de prácticas. Para este fin se adaptaron dos prácticas que ya existían y se diseñaron siete más. Se les dió una secuencia tal que tratan, en lo posible, de dar el soporte práctico de manera simultánea a los conceptos teóricos estudiados en las aulas. Se preparó también una recopilación con las principales técnicas empleadas en la colecta y preservación de fósiles.

4. Elaboración del listado de literatura de referencia. Con base a la revisión bibliográfica mencionada anteriormente se creó un listado de artículos y capítulos que sirven de respaldo al curso de la asignatura.

5. Búsqueda de nuevas localidades fosilíferas. Con la idea de proponer nuevas zonas para la práctica de campo del curso, se visitaron algunas localidades cercanas al área metropolitana de Guadalajara en busca de yacimientos fosilíferos. Por fortuna se encontraron dos zonas aledañas a la población de Ameca, Jalisco. Tales localidades se encuentran descritas en el anexo del presente trabajo, junto con algunas otras encontradas en la literatura consultada.

**PROGRAMA
DE
ESTUDIOS**

PROGRAMA DE ESTUDIOS

La elaboración del programa de estudios presentó algunos problemas a resolver. En primer lugar, la elección de los temas que habría de contener, lo que implica la priorización de algunos tópicos y la exclusión de otros. Con este fin, se consultaron planes de estudio de otras instituciones, así como literatura de la materia y temas afines. Las fuentes consultadas que tuvieron más peso para la estructuración son las siguientes: los programas de paleontología y paleobiología de la UNAM, y los trabajos de Meléndez (1982) y (1986), Black (1976), Behrensmeyer et al. (1992), Parker (1990) y Schindewolf (1993). El resto de literatura consultada se encuentra citada en los antecedentes del presente trabajo

En segundo lugar, dar una secuencia lógica a los conocimientos dentro del programa. Se trató, en la medida de lo posible, ir de lo general a lo particular, de lo simple a lo complejo y de lo vago a lo específico.

En tercer lugar, tratar de conectar los conocimientos adquiridos en la materia con otras áreas del conocimiento biológico y viceversa. De esta forma, al principio del curso se estudian algunos elementos de geología que sirven para recordar lo necesario de esta ciencia para la comprensión de la paleobiología. Más adelante se entremezclan conocimientos de evolución, biogeografía, ecología, diversidad, etc., lo que resulta en una mezcla integradora de conocimientos.

Se incluye además, un mapa conceptual que explica de una manera gráfica las interrelaciones entre los conocimientos adquiridos en la materia y las ramas y ciencias afines de la Paleobiología y un cuadro con la ubicación de la paleobiología dentro del plan de estudios de la licenciatura en Biología de la Universidad de Guadalajara.

A continuación se dan algunos comentarios sobre cada una de las unidades del programa propuesto dentro de este trabajo.

UNIDAD I: INTRODUCCION

Como inicio del curso, se da una breve introducción sobre el campo de estudio y la importancia de la Paleobiología, así como sus antecedentes históricos. Se incluyen además algunos temas que se comparten con geología como son: origen de las rocas, rocas sedimentarias, etc, y que sirven como recordatorio para afianzar los conocimientos adquiridos anteriormente. Por último, se toca un tema de suma importancia dentro de la Paleobiología, que es la escala del tiempo geológico, en el cual se recomienda profundizar un poco ya que es uno de los soportes principales del curso.

UNIDAD II: EL PROCESO DE FOSILIZACION Y LA TAFONOMIA

En esta unidad se aborda el tema del proceso de fosilización y el estudio de los yacimientos fósiles. Se analiza la formación de los diferentes tipos de fósiles y las condiciones que favorecen su conservación a través del tiempo. Se da énfasis en el estudio de los ambientes sedimentarios y su importancia dentro de la Paleobiología.

UNIDAD III: PALEONTOLOGIA ESTRATIGRAFICA

Esta unidad es una de las que relacionan más cercanamente a la Paleobiología con la geología. La estratigrafía es fundamental para ambas ciencias ya que provee de datos importantes que sirven de base para investigaciones de fondo. Se analizan, entre otras cosas, la estructura de los perfiles estratigráficos y las relaciones entre sus partes, los métodos de determinación de edades para cuerpos de roca y fósiles, y al final se muestran algunas formas de integrar toda la información a la hora de interpretar un perfil estratigráfico. Se conoce, además, la importancia de los fósiles en estudios geológicos y en la detección de yacimientos fosilíferos.

UNIDAD IV: METODOS DE INVESTIGACION DE LABORATORIO Y CAMPO

Todas las ciencias tienen sus particulares métodos de investigación y la Paleobiología no es la excepción. En esta parte del curso se muestran los principales métodos y procedimientos de los que se vale la Ciencia del Pasado para llegar a las conclusiones que sustenta. Se examinan desde los razonamientos de los pioneros de esta ciencia, hasta los modernos procedimientos que en la actualidad son utilizados para estudiar los fósiles hasta su nivel molecular.

UNIDAD V: PALEOECOLOGIA

En esta unidad, una de las más importantes del curso, se estudian los métodos especiales que utiliza la paleoecología para analizar paleoclimas y paleoambientes, así como la autoecología de los organismos del pasado, con lo que es posible reconstruir los paleoecosistemas y su evolución. También se analizan las causas y consecuencias de las extinciones masivas ocurridas en la Tierra.

UNIDAD VI: LA VIDA A TRAVES DEL TIEMPO

La parte central del curso es conocer precisamente la historia de la vida en la Tierra. En esta parte se estudia desde los primeros registros de organismos vivos en el Precámbrico, hasta la aparición del hombre a finales del Cenozoico. Se da énfasis en la vida representativa por periodo geológico y en los grupos de organismos extintos que tuvieron importancia por su dominio temporal (trilobites, coníferas, dinosaurios, etc.).

UNIDAD VII: PALEOBIOLOGIA Y BIOGEOGRAFIA

La biogeografía tiene un fuerte sustento en la paleobiología y viceversa. Aquí se analizan los temas que comunes más importantes como son: la deriva continental, los puentes intercontinentales, etc., dándosele énfasis a la ayuda que ha dado el registro fósil para desarrollar las teorías antes descritas.

UNIDAD VIII: LA PALEOBIOLOGIA Y SU RELACION CON LA SISTEMATICA Y LA EVOLUCION

Otras dos ciencias que tienen un fuerte soporte paleobiológico son la sistemática y la evolución. En esta unidad se analiza la problemática en la descripción de especies fósiles y los métodos utilizados por las tres principales escuelas (feneticista, cladista y evolucionista) para resolver dichos problemas. Se estudia, de igual forma, como el registro fósil es utilizado como evidencia del proceso evolutivo. y por último, se enfatiza en el registro fósil humano, uno de las herramientas más importantes para esclarecer la evolución de nuestra especie.

UNIDAD IX: LA CIENCIA DEL PASADO HACIA EL FUTURO

No es muy común que temas como los tratados dentro de esta unidad sean incluidos dentro de los programas de estudio. Sin embargo, el autor considera importante el conocer la situación de la Paleobiología en nuestro país, y esto se logra analizando trabajos realizados en algunos puntos del mismo. Tratando de ser más específico, se incluye el desarrollo de esta ciencia en Jalisco. Al final se analizan las perspectivas futuras de la Paleobiología.

OBJETIVOS DEL CURSO

OBJETIVO GENERAL:

Conocer la paleobiología, su importancia, objetos de estudio, métodos y aplicaciones.

OBJETIVOS PARTICULARES:

1. Conocer el lugar de la paleobiología dentro de las ciencias biológicas.
2. Estudiar los fósiles: formación, tipos e importancia.
3. Conocer la escala de tiempo geológico.
4. Estudiar los cambios de la biosfera a través del tiempo.
5. Analizar la relación de la paleobiología con la ecología, la biogeografía, la sistemática y la evolución.
6. Conocer el desarrollo de esta ciencia en nuestro país.

OBJETIVOS POR UNIDAD:

Unidad I:

Conocer el lugar de la paleobiología dentro de las ciencias biológicas y su importancia.

Estudiar los antecedentes históricos de esta ciencia.

Repasar conocimientos geológicos útiles en el estudio de la paleobiología.

Conocer la escala del tiempo geológico.

Unidad II:

Conocer los tipos de fósiles

Estudiar los mecanismos del proceso de fosilización.

Conocer los procesos que interactúan en la formación de un yacimiento.

Entender la importancia del proceso de sedimentación para la paleobiología.

Unidad III:

Conocer la importancia y las aplicaciones de la paleobiología estratigráfica.

Estudiar los métodos de determinación de edades para rocas y fósiles.

Realizar correlaciones estratigráficas teóricas.

Unidad IV:

Conocer los principales métodos de investigación de laboratorio y campo utilizados por la paleobiología.
Estudiar la Leyes Paleontológicas.

Unidad V:

Conocer el campo de estudio y la importancia de la paleoecología.
Conocer los métodos utilizados para la reconstrucción de paleoambientes.
Estudiar las causas y consecuencias de las extinciones masivas.

Unidad VI:

Conocer los principales eventos biológicos y la vida representativa de cada una de las etapas de la historia de la Tierra.

Unidad VII:

Conocer la relación de la paleobiología y la biogeografía a través del estudio de temas comunes entre ambas ciencias.

Unidad VIII:

Conocer la relación de la paleobiología con la sistemática y la evolución.
Analizar la problemática de la sistemática paleontológica.
Conocer el registro fósil de la línea evolutiva humana.

Unidad IX:

Conocer el estado actual de los estudios paleobiológicos en México.
Analizar las perspectivas futuras de la paleobiología.

**UBICACION DE
PALEOBIOLOGIA
DENTRO DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGIA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

PRERREQUISITOS

M. B. C. O.

BIOLOGIA CELULAR
BIOQUIMICA



M.B.P.O.

GEOLOGIA
TAXONOMIA
HIST. Y ANAT. VEGETAL
HIST. Y EMBR. ANIMAL
COMPARADA



M.E.O.

PLANTAS CRIFTOGAMAS
ESPERMATOFITAS
ARTROPODOS
CORDADOS
INVERTEBRADOS



PALEOBIOLOGIA

CORREQUISITOS:

EVOLUCION
GENETICA EVOLUTIVA
MICOLOGIA

M. B. C. O. = MATERIAS BASICAS COMUNES OBLIGATORIAS

M. B. P. O. = MATERIAS BASICAS PARTICULARES OBLIGATORIAS

M. E. O. = MATERIAS ESPECIALIZANTES OBLIGATORIAS

MAPA CONCEPTUAL DE PALEOBIOLOGIA



**PROGRAMA DE ESTUDIOS PROPUESTO
PARA LA MATERIA DE**

PALEOBIOLOGIA

**DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

UNIDAD I: INTRODUCCION

Conceptos generales: paleontología, paleobiología, fósil
Ramas de la paleobiología
Ciencias relacionadas
Aplicaciones e importancia de la paleobiología
Antecedentes históricos de la paleobiología
Elementos geológicos
 Clasificación genética de las rocas
 Rocas sedimentarias y su importancia para paleobiología
La escala del tiempo geológico
 Eones, eras, periodos y épocas

UNIDAD II: EL PROCESO DE FOSILIZACION Y LA TAFONOMIA

Tipos de fósiles
 Fósiles normales
 Moldes y vaciados
 Impresiones
 Huellas de actividad orgánica
 Fósiles químicos
 Otras formas de fosilización
El proceso de fosilización
 Geoquímica de la fosilización
 Deformación de los fósiles
Tafonomía
 Definición de tafonomía
 Factores geológicos y biológicos que intervienen en la formación de yacimientos
 Alloctonía y autoctonía
 Etapas de formación de un yacimiento fósil
 Modelos tafonómicos
Los ambientes sedimentarios y el proceso de fosilización
 Clasificación de los medios ambientes de depósito
 Ambientes continentales: terrestres y acuosos
 Ambientes mixtos
 Ambientes marinos

UNIDAD III : PALEONTOLOGIA ESTRATIGRAFICA

- La Paleontología Estratigráfica y su campo de estudio
- Columna geológica y escala de tiempo geológico
- Métodos de determinación de edades para rocas y fósiles
 - Edad absoluta
 - Decaimiento radiactivo
 - Edad relativa
 - Fósiles índice
- Zonas estratigráficas
 - Biozonas
 - Faunizonas
- Estratotipos
- Biofacies y litofacies
- Correlación de unidades de roca

UNIDAD IV: METODOS DE INVESTIGACION DE LABORATORIO Y CAMPO

- La colecta de los fósiles
- Preparación de los fósiles en el laboratorio
- Métodos de estudio de los fósiles-
 - Principios de investigación paleontológica
 - Actualismo
 - Anatomía comparada
 - Correlación orgánica
 - Cronología relativa
 - Leyes paleontológicas
 - Paleontología cuantitativa
 - Biometría paleontológica
 - Estadística en paleobiología
 - Biología Molecular del pasado
 - Estudios sobre ADN de organismos fósiles

UNIDAD V: PALEOECOLOGIA

- La paleobiología y la paleoecología
- Reconstrucción de formas de vida del pasado
 - Paleoetología
 - Asociaciones bióticas del pasado
 - Paleobioquímica
 - Bioestratonomía
 - Paleoiconología
- Los fósiles como indicadores paleoambientales
- La paleoecología evolutiva y sus métodos de estudio
 - Caracterización ecológica de especies extintas

Caracterización ecológica de comunidades del pasado
Plantas fósiles y reconstrucción paleoambiental
Las extinciones masivas: causas y consecuencias

UNIDAD VI: LA VIDA A TRAVES DEL TIEMPO

El planeta Tierra al paso del tiempo
Vida en el Precámbrico
 Registro fósil del Precámbrico
Vida en el Paleozoico
 Evolución de los ecosistemas durante el Paleozoico
 La explosión de la vida en el Cámbrico
 Aparición y radiación de los vertebrados
 La conquista de los continentes
 La extinción masiva del Pérmico
Vida en el Mesozoico
 Evolución de los ecosistemas durante el Mesozoico
 La radiación de los reptiles
 Aparición de los mamíferos y las aves
 Aparición de las angiospermas
 Extinción masiva del Cretácico
Vida en el Cenozoico
 Evolución de los ecosistemas durante el Cenozoico.
 Radiación de mamíferos y angiospermas del Terciario
 La megafauna del Cuaternario
 Aparición del hombre

UNIDAD VII: PALEOBIOLOGIA Y BIOGEOGRAFIA

La deriva continental
 Causas de la deriva de los continentes
 La posición de los continentes a través del tiempo
 Deriva continental y el registro fósil
 La deriva continental y la distribución de los organismos.
Paleobiogeografía
 Puentes intercontinentales a través del tiempo

UNIDAD VIII: LA PALEOBIOLOGIA Y SU RELACION CON LA SISTEMATICA Y LA EVOLUCION

Sistemática paleontológica
 Concepto de paleoespecie
 Mutaciones stratigráficas
 Métodos de estudio de especies fósiles
 Escuela feneticista
 Escuela cladista

- Escuela evolutiva
- Concepto de paleoespecie y modelos de evolución
- La evolución biológica y la paleobiología
 - El registro fósil como prueba de la evolución
 - Incidencia de la paleontología en el pensamiento evolutivo
 - Darwinismo y registro fósil
- Paleobiología y evolución humana
 - El registro fósil de la línea humana
 - Los primates ancestrales
 - Los australopitecinos
 - El *Homo habilis*
 - El *Homo erectus*
 - El *Homo sapiens neanderthalensis*
 - El *Homo sapiens sapiens*

UNIDAD IX: LA CIENCIA DEL PASADO HACIA EL FUTURO

- Paleobiología en México
 - Desarrollo de la paleobiología en México
 - Paleontología en Jalisco
 - Grandes reptiles de la mesa central
 - Megafauna del pleistoceno mexicano
 - El hombre prehistórico en México
- Perspectivas futuras de la paleobiología
 - La paleobiología en el presente y futuras aplicaciones

SUGERENCIAS PEDAGOGICAS

Profundidad de los temas: En temas que sean recordatorio de conocimientos de otras ciencias, como por ejemplo la segunda parte de la unidad I (elementos geológicos), se recomienda no invertir mucho tiempo, ya que no requiere demasiada profundización.

Por otra parte, los temas que son centrales en esta materia como el proceso de fosilización, la vida a través del tiempo, etc, requieren especial atención, ya que son el eje del curso.

Uso de material didáctico: Se recomienda el uso de láminas y rotafolios para exponer la clase con el fin de hacerla más ágil. De igual forma, y en la medida de lo posible, se recomienda el uso de material audiovisual. Dicho material puede consistir en videos o diapositivas, ya que las imágenes son muy importantes para esta materia, sobretudo cuando se analizan los paleoecosistemas, la vida a través del tiempo, e incluso métodos de estudio de la Paleobiología.

Investigación y exposición de temas por parte de los alumnos: El curso podría verse enriquecido en gran medida si los alumnos investigan y exponen artículos novedosos sobre la materia, así como aspectos particulares de grupos biológicos extintos, fenómenos geológicos, etc.

Cabe hacer notar que no es aconsejable que los alumnos se hagan cargo de los temas centrales de la materia, debido a que puede haber gran confusión, tanto entre los que exponen como en los que escuchan, lo que resultaría en un aprovechamiento deficiente. Por esto es importante que el maestro mantenga un buen equilibrio en el curso.

Visitas a museos y exposiciones: De igual forma, el curso puede enriquecerse con visitas a exposiciones relacionadas con la materia. Por ejemplo, el tema de la situación de la paleobiología en Jalisco puede verse ilustrada con una visita guiada a la sala de paleontología del Museo Regional de la ciudad de Guadalajara.

CUICBA



FACULTAD GENERAL

MANUAL DE PRACTICAS

MANUAL DE PRACTICAS

El manual se compone de una serie de nueve prácticas que complementa el curso teórico, dos de las cuales se desarrollan en el campo (la caracterización del perfil estratigráfico y la colecta de fósiles).

Las prácticas 1 y 3 son adaptaciones de un trabajo ya elaborado (Márquez , Pérez, González y Comas, 1992). El resto de las actividades fueron planeadas por el autor.

La secuencia que llevan las prácticas dentro del manual va en relación con el programa de estudios propuesto dentro de este trabajo de tesis. Las prácticas 1, 2 y 3 corresponden al mismo número de unidades. Las prácticas 4 y 5 corresponden a la unidad IV. El resto ya no tiene relación directa con la unidades, pero sí con la lógica de la materia.

Con respecto a las prácticas de colecta y conservación de fósiles, las actividades se encuentran encaminadas unicamente hacia pequeños fósiles; esto se hizo con el fin de no perder al alumno con una lluvia de métodos y procedimientos que al final de cuentas no aprovecha en su totalidad. Por este motivo se anexa un escrito con los principales métodos de colecta y conservación de material paleontológico. De ser necesario (por ejemplo al coleccionar grandes fósiles o material micropaleontológico) se recomienda la consulta del mencionado anexo.

La estructura de las prácticas se compone de los siguientes elementos:

Título: nos indica el tema de la práctica. Generalmente es corto y explícito.

Introducción: breve texto que ubica en el tema de la práctica.

Objetivos: fijan los lineamientos y las metas de las actividades que se van a realizar.

Glosario: consiste en una serie de palabras que el alumno deberá investigar previo a la práctica, con el fin de obtener la mejor comprensión de la actividad.

Material: presenta un listado del material y equipo requerido para el desarrollo de la práctica. Algunas de las cosas solicitadas se podrán encontrar en el laboratorio, el resto lo conseguirá el alumno.

Actividades: es la parte principal de la práctica. Se describe una sucesión de actividades a realizar con procedimientos lo más detallado que fué posible.

Actividades complementarias: se propone una serie de actividades que refuerzan a las realizadas en el campo o el laboratorio. No es necesario que dichas actividades se realicen dentro del laboratorio, pueden ser realizadas posteriormente. Esta sección puede estar o no dentro de la práctica.

Literatura recomendada: se trata de un listado de los libros o artículos que pudieran ser útiles en la consulta de temas relacionados con la práctica.

Cabe mencionar que dentro de la práctica 8 se incluyen tres claves de determinación y en la práctica 9 se incluye una más. Las claves son las siguientes:

1. Clave de determinación para los principales grupos de invertebrados
2. Clave para ordenes de la subclase ammonita
3. Clave para ordenes de la clase trilobita
4. Clave de determinación para los tipos de craneo en reptiles

La primer clave es una modificación de Turek et al. (1989). Las modificaciones consistieron en la introducción de algunos grupos biológicos importantes no contemplados, así como la totalidad de las ilustraciones. Como se trata de una clave que cubre muchos grupos de diferentes categorías taxonómicas, fue imposible uniformizar dichas categorías, por lo que algunas veces se llega a phylum y otras hasta subclase. Las categorías se indican como sigue: phylum, clase, subclase u otra categoría inferior a clase, y entre cada categoría dos puntos. Por ejemplo:

ARTHROPODA:MEROSTOMATA:EURYPTERIDA

en donde ARTHROPODA es el phylum, MEROSTOMATA es la clase y EURYPTERIDA es la subclase. Cabe aclarar que existen dentro de la clave algunos grupos que en la actualidad no se les ha encontrado su lugar en el arreglo taxonómico, tal es el caso de los Tentaculites, sin embargo se dejaron dentro porque son medianamente abundantes en el registro fósil.

El resto de las claves fueron diseñadas por el autor. Se decidió incluir las claves de trilobites y ammonites debido a la especial importancia que tienen dichos grupos para la Paleobiología.

Las ilustraciones, tanto de las claves como de las actividades prácticas fueron tomadas de: Márquez et al. (1992), Meléndez (1982), Borrór et al. (1989), Selecciones del R.D. (1973), Alvarez del Villar (1977) y Arduini y Teruzzi (1994).

Practica 1

LAS ROCAS: DETERMINACION DE SUS TIPOS Y CARACTERISTICAS DISTINTIVAS

INTRODUCCION

Las rocas están constituidas por cualquier sustancia sólida de cierta dureza, inorgánica u orgánica de origen natural, constituyendo la mayor parte de la corteza terrestre. Muchas rocas son agregados de minerales, mientras que otras, como el carbón y la obsidiana contienen una cantidad insignificante de minerales.

La clasificación de las rocas puede hacerse desde diferentes puntos de vista. Científicamente, las rocas se dividen según su origen genético, es decir, según el modo como se han formado. Se distinguen, de esta manera, tres grupos principales: las rocas ígneas o magmáticas, las rocas sedimentarias y las rocas metamórficas.

ROCAS IGNEAS O MAGMATICAS

Las rocas ígneas se producen a partir del enfriamiento y solidificación de material fundido llamado magma, el cual es una solución compleja compuesta de silicatos, agua y otros gases en condiciones de alta temperatura producto del calor interno de la Tierra.

Existen dos grandes grupos de rocas ígneas:

Intrusivas: Son las rocas ígneas que se forman cuando los materiales que las componen se solidifican en el interior de la corteza terrestre. También llamadas rocas de grano grueso.

Extrusivas: Son las rocas ígneas que se forman cuando el magma, gracias a la actividad volcánica, sale a la superficie de la Tierra, solidificándose en el exterior. También son llamadas rocas eruptivas o de grano fino.

ROCAS SEDIMENTARIAS

Las rocas sedimentarias se forman a partir de sedimentos consolidados a partir de restos de otras rocas y acumulados en la superficie terrestre, en agua o en zonas áridas, a temperaturas y presiones normales. Algunas rocas sedimentarias son verdaderas colecciones de capas consolidadas compuestas de partículas de roca de la superficie terrestre erosionadas y depositadas en lugares bajos, tales como el fondo de los lagos, ríos o el piso oceánico. Otras rocas sedimentarias se crean por la precipitación directa de soluciones químicas, a menudo a través de procesos biológicos.

ROCAS METAMORFICAS

Las rocas metamórficas se forman por transformación de otras rocas. Esta transformación se produce mediante una gran presión y altas temperaturas; la masa rocosa queda por ello en forma de agregado compacto.

Las rocas metamórficas presentan una mayor dureza y cristalización, poseen una nueva textura, comunmente muestran estructuras de flujo o deformación. Las rocas que sufren deformación son ígneas, sedimentarias e incluso las mismas rocas metamórficas pueden presentar diferentes etapas de metamorfismo.

OBJETIVO(S)

- * Adquirir práctica en la determinación de los tipos de roca.
- * Familiarizarse con el uso de claves de determinación de rocas.
- * Observar qué tipo de características de las rocas ayudan a su determinación y caracterización.
- * Aplicar la prueba de presencia de calcio a las rocas sedimentarias y entender su importancia.
- * Considerar la importancia de las rocas sedimentarias para la Paleontología.

GLOSARIO

Magma, textura, flujo, mineral, cristal, meteorización, estructura riolítica, estructura fluidal, mica, esquistosidad.

MATERIAL

Muestras de todos los tipos de rocas. Lupas, microscopio estereoscópico. HCl al 10%. Guías de determinación de Rocas y Minerales, lápices de colores.

ACTIVIDADES

DETERMINACION DE LOS TIPOS DE ROCA

Con las muestras de rocas que se proporcionen, formar cuatro conjuntos: rocas ígneas intrusivas, rocas ígneas extrusivas, rocas sedimentarias y rocas metamórficas. Para tal fin, tomar en cuenta las características que se mencionan a continuación.

Caracteres para reconocer rocas ígneas intrusivas

1. Totalmente cristalina
2. Grandes cristales visibles a simple vista
3. Ningún orden en la distribución, los minerales aparecen mezclados entre sí.
4. Ninguna oquedad o poro, muy compactas
5. Formas de meteorización suaves

Caracteres para reconocer rocas ígneas extrusivas

1. Sólo pocos cristales se han desarrollado plenamente
2. La masa fundamental es compacta o amorfa
3. Abundancia de pequeñas cavidades o poros
4. Estructura riolítica o fluidal
5. Algunas veces en estructuras columnares

Caracteres para reconocer rocas sedimentarias

1. Estratificación característica (Líneas de sedimentación)
2. Con frecuencia se observan fósiles
3. Matriz compacta que puede contener partículas de otros tipos de roca.
4. Algunas pueden desmoronarse con facilidad

Caracteres para reconocer rocas metamórficas

1. Totalmente cristalinas
2. Grandes cristales
3. Brillo sedoso (Abundancia de mica)
4. Estructura paralela (Esquistosidad)
5. No hay cavidades ni poros, muy compactas y duras
6. Sin fósiles o éstos están muy deformados
7. Formas suaves de erosión

CARACTERIZACION DE LAS ROCAS

1. Elaborar un dibujo de cada muestra. Iluminar los dibujos utilizando los lápices de colores tratándose de que el color sea lo más parecido a la tonalidad natural de la roca.
2. Con la ayuda de las guías de identificación de rocas y minerales, determinar cada muestra hasta su nombre específico.
3. Anotar, bajo cada dibujo, el nombre de la roca, así como el grupo al que pertenece y las observaciones que resulten sobresalientes (como presencia de poros, dureza, distribución de los minerales, etc.)
4. Observar las rocas bajo el microscopio estereoscópico. Buscar los cristales que tengan formas regulares (Si los hay).
5. Incluir al lado de cada dibujo realizado, un diagrama de los cristales observados.

PRUEBA DE PRESENCIA DE CALCIO PARA ROCAS SEDIMENTARIAS

Aplicar a cada muestra de roca sedimentaria una gota de solución de ácido clorhídrico y observar si sobre ésta sucede una reacción de efervescencia. Si reacciona querrá decir que la roca contiene calcio en forma combinable, si no, es probable que el silicio o algún otro elemento sea el material dominante en los componentes de la roca. Anota el resultado de la prueba bajo el dibujo de la roca correspondiente.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. ¿Por que reacciona de manera violenta el ácido sobre la roca cálcica?
2. ¿Que datos nos puede aportar la coloración de una roca?
3. ¿Por que las rocas sedimentarias son las más importantes para la paleontología?

LITERATURA RECOMENDADA:

Hochleitner, R. 1983. **Minerales y Rocas: una guía de identificación**. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España.

Lexis 22. 1980. **Mineralogía/Geología**. Lexis 22. España.

Márquez, A.Z., A. Pérez R., R. González y O. Comas. 1992. **Manual de Prácticas: Laboratorio de Geología**. Universidad Autónoma Metropolitana. México D.F., México.

Monttana, A., R. Crespi y G. Liborio. 1975. **Guía de Minerales y Rocas**. Editorial Grijalbo. España.

Pellant, C. 1992. **Rocas y Minerales: manuales de identificación**. Editorial Omega, S.A. España.

Rioduero. 1974. **Diccionario Rioduero de Geología y Mineralogía**. Ediciones Rioduero. Madrid, España.

Rudel, A. 1965. **Geología**. Montaner y Simon, S.A. Barcelona, España.

Schumann, W. 1988. **Rocas y Minerales**. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España.

VOX. 1981. **Diccionario monográfico del Reino Mineral**. Primera Edición. Bibliograf, S.A. España.

Practica 2

ELABORACION DE MOLDES Y ESCAYOLAS

INTRODUCCION

Un molde es un una cubierta de material sólido que define una forma, la cual es la misma que la del objeto. Los moldes fósiles ocurren en la naturaleza, pero también es posible elaborar moldes de manera artificial. Una escayola es una réplica del fósil, hecha a partir de un molde.

La elaboración de escayolas es una técnica usada por los museos para sus ejemplares raros y valiosos. Las escayolas y moldes pueden ser exhibidos al público mientras que el espécimen original es mantenido seguro en un almacén. Los paleontólogos estudian también las escayolas cuando tratan de reconstruir los organismos, en lugar de estudiar directamente sobre el frágil y valioso original. Además, algunos fósiles revelan más detalles de su biología si se elaboran moldes de sus cavidades internas. Por ejemplo, se han hecho trabajos acerca de la masa encefálica de algunos vertebrados fósiles en base de moldes internos de sus cajas craneanas.

OBJETIVO(S)

- * Elaborar moldes y escayolas de ejemplares fósiles.
- * Entender la importancia de los moldes y escayolas para el estudio de la Paleontología.

MATERIAL

Ejemplares de moluscos fósiles. Alginato, yeso odontológico, agua. Recipientes de batido, cajas de Petri, etiquetas.

ACTIVIDADES

ELABORACION DE MOLDES

1. Preparar, en el recipiente de batido, un poco de alginato (suficiente como para que los ejemplares puedan ser sumergidos en él). El agua debe agregarse poco a poco y sin dejar de agitar la mezcla hasta que ésta tenga una consistencia pastosa.

2. Agregar el alginato recién preparado a las cajas de Petri, distribuyendolo uniformemente sobre la superficie y dejando un grosor suficiente como para cubrir las 3/4 partes del espesor del ejemplar.

3. Antes de que el alginato seque (que es muy rapido) colocar el ejemplar sobre éste, orientando la cara que se quiere replicar hacia la pasta. Presionar suavemente y de manera uniforme. Evitar que queden burbujas, pues harian perder detalles valiosos del ejemplar réplica.

4. Dejar secar unos 5 minutos. Transcurrido tal lapso se procede a retirar el fósil. Para esto se presiona el alginato con los dedos alrededor del fósil; el alginato tiene ahora una consistencia más o menos plástica, de manera que tiene flexibilidad. Si es posible, retirar la masa entera de alginato de la caja de Petri. En este caso, únicamente se dobla un poco el alginato y el fósil quedará libre sin daño.

El molde está listo.

ELABORACION DE ESCAYOLAS

1. Agregar en un recipiente de batido un poco de yeso (más o menos una cantidad equivalente al peso de los ejemplares que se piensan replicar). Añadir agua poco a poco y sin dejar de mezclar. Una vez que el yeso tenga consistencia pastosa y ya no haya grumos, se vacía sobre los moldes de alginato que se prepararon con anterioridad. Evitar de que el yeso forme burbujas.

2. Dejar secar el yeso alrededor de 15 minutos. Posteriormente retirar la escayola del molde de la misma forma en que se retiró el fósil.

3. Colocar una etiqueta a las escayolas recién hechas, conteniendo los datos del fósil origen. Se agregan, además, datos sobre su coloración y algunos detalles que tenga el ejemplar original y no se observen en la escayola.

NOTA: El alginato comercial, una vez preparado, tiene una vida útil de entre 7 y 10 horas. Es posible elaborar todas las escayolas que se deseen dentro de este lapso.

LITERATURA RECOMENDADA:

Barragán V., M.R. 1992. **Guía de Campo y Laboratorio para prácticas de Paleontología**. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tabasco, México.

Meléndez, B. 1982. **Paleontología: parte general e invertebrados**. Editorial Paraninfo. Madrid, España.

Parker, S. and R.L. Bernor (Editores). 1990. **The Practical Paleontologist**. Simon & Schuster Inc. New York, USA.

Practica 3

CARACTERIZACION DE UN PERFIL ESTRATIGRAFICO

INTRODUCCION

La estratigrafía estudia el origen y naturaleza de los estratos, así como su secuencia, correlación e identificación con los estratos de edad similar.

Existen algunos grupos fósiles que aparecieron y se extinguieron en un tiempo geológico muy corto pero eran cosmopolitas, es decir, se extendieron ampliamente por el planeta, éstos son los fósiles índice o guía y con ellos se puede calcular la edad relativa de un sedimento.

Históricamente, el establecimiento de una secuencia de eventos se ha hecho posible a través de las relaciones entre el estudio de la roca y el contenido de fósiles de la misma. Los principios ordenadores en cada estudio son detallados a continuación:

Superposición: Este principio fundamental del estudio de rocas sedimentarias es muy simple. En una secuencia de rocas sedimentarias acumuladas sobre la corteza terrestre, el estrato más viejo será aquel que se encuentre a mayor profundidad, es decir, el de más abajo. Las excepciones a esta regla son poco comunes y ocurren en áreas tectónicamente activas. Las secuencias de estratos que han sido inclinadas más de 90 grados son llamados pliegues recostados.

Horizontalidad original: Este estado principal dice que muchos materiales sedimentarios bajo la influencia de la gravedad forman, inicialmente, capas horizontales. Esto implica que las capas que están inclinadas o dobladas han sido deformadas subsecuentemente a su depositación.

Relaciones en corte transversal: Establece que las fallas o cuerpos intrusivos deben ser más jóvenes que las rocas por ellas afectadas. Donde un cuerpo ígneo de grano fino concuerda con las capas sedimentarias, la distinción de las zonas de contacto debe ser examinada para distinguir entre un dique y un derrame sepultado.

Sucesión biótica: El uso de los fósiles como indicadores de la edad geológica depende de dos hipótesis de la evolución orgánica. La primera es: los organismos cambian con el tiempo y su plano de cuerpo específico nunca se repite. Un tiempo dado en la historia es la suma de todos los eventos que preceden a éste y, además, es imposible que se repita de la misma manera. La segunda hipótesis dice que las características anatómicas pueden ser inferidas por medio del registro fósil, donde los estratos más antiguos representan las condiciones más primitivas de los organismos. Entonces, la sucesión biótica combina las leyes de la historia con la ley de la superposición, la cual provee una segunda clave en la posición estratigráfica de las rocas.

OBJETIVO(S):

- * Diferenciar los estratos dentro de un perfil estratigráfico en el campo.
- * Caracterizar el perfil como conjunto y a los estratos que lo componen como unidades individuales.
- * Tomar muestras de los estratos para un posterior estudio en el laboratorio.
- * Adquirir práctica en la determinación de texturas.
- * Familiarizarse con la escala de Wentworth.
- * Elaborar el historial del perfil caracterizado.
- * Adquirir práctica en la elaboración de columnas estratigráficas y correlación de las mismas.
- * Familiarizarse con los principios de determinación de edades relativas.

GLOSARIO

Fósil índice, depositación.

MATERIAL

Cinta métrica, cuaderno de notas, lápiz, cuerda, bolsas de plástico, etiquetas, lápices de colores.

ACTIVIDADES

CARACTERIZACION DEL PERFIL EN EL CAMPO

1. Localizar en un mapa topográfico la ubicación del perfil estratigráfico que se piensa caracterizar.

2. Medir la cara del perfil. Para este fin se utiliza una cuerda y una cinta métrica. Para obtener tal medida se toma en cuenta lo siguiente:

- * Se considera, en la parte superior, desde el borde donde haya vegetación o exista suelo formado, es decir, donde el perfil tienda a la horizontalidad.

- * En la parte inferior se toma en cuenta hasta donde tope con el suelo, es decir, donde ya no sea posible observar los estratos.

- * La medida debe ser obtenida de manera vertical, evitando que la cuerda tenga dobleces.

3. Medir cada uno de los estratos. No debe olvidarse que un estrato es una unidad litológica en forma de capa que es diferente a la unidad superior y a la inferior. En este sentido se deberá tomar en cuenta la coloración, la textura, la composición, etc., para hacer tal diferenciación. En caso de que existan zonas en donde haya una sucesión de capas muy delgadas (menores a 1 cm.), entonces se toma la totalidad de estas capas como un solo estrato, anotando dicha característica.

4. Elaborar un diagrama del perfil en donde se muestre la disposición y el grosor de cada capa. Anotar también el color de cada estrato.

5. Tomar muestras de roca y sedimento de cada estrato. Utilizar las bolsas de plástico para este fin. En cada bolsa se anota a cual estrato pertenece cada muestra. Buscar también en cada estrato objetos que puedan darnos más información sobre la formación del mismo o algún suceso del pasado. Por ejemplo, la presencia de carbón, junto con rocas ígneas extrusivas indicaría una probable erupción volcánica. Es probable también encontrar restos fósiles, lo cual facilitaría la interpretación de la sucesión de estratos.

En caso de encontrar tales indicios, se incluye una muestra de éstos y se anotan las observaciones en la etiqueta de la bolsa del estrato correspondiente.

CARACTERIZACION DE LOS ESTRATOS EN EL LABORATORIO

1. Determinar el tipo de rocas que se observa en cada estrato. Todas las observaciones se anotan en el diagrama previamente elaborado. La determinación puede realizarse con los métodos utilizados en la práctica anterior.

2. Determinar la textura de los sedimentos de cada estrato utilizando la escala de Wentworth. Las observaciones se incluyen en el diagrama.

Para el caso de las tres últimas categorías (arena, limo y arcilla), existen otras características además de su tamaño que ayudan en su determinación:

* La arena, al frotarla contra nuestra piel nos da la sensación de lija, puesto que las partículas son suficientemente grandes para esto. Al agregarle agua no forma lodo.

* El limo es un poco más suave al tacto. Al agregarle agua forma lodo que no es moldeable. Las partículas, al lavarlas, no quedan adheridas a nuestra piel.

* Las arcillas, al ser partículas muy pequeñas, se quedan pegadas a las

ESCALA DE WENTWORTH

Tamaño (mm)	Nombre de la Partícula
más de 256	Canto rodado o fragmentos angulares
64 - 256	Guijarro
4 - 64	Grava
2 - 4	Gravilla
1/16 - 2	Arena
1/256 - 1/16	Limo
menos de 1/256	Arcilla

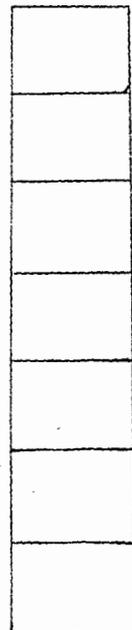
CORRELACION DE UNIDADES DE ROCA

Las siguientes tres columnas estratigráficas fueron observadas en localidades separadas dentro de la misma área general. Correlacionar las columnas, conectando con líneas los cuerpos de edades similares.



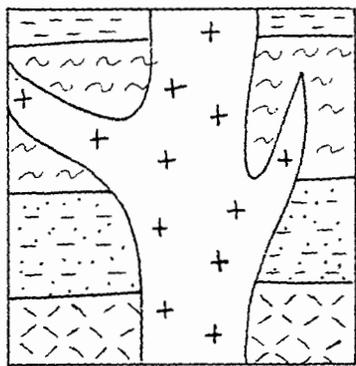
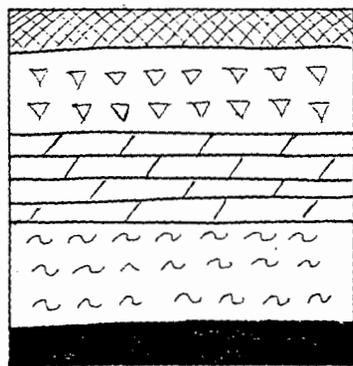
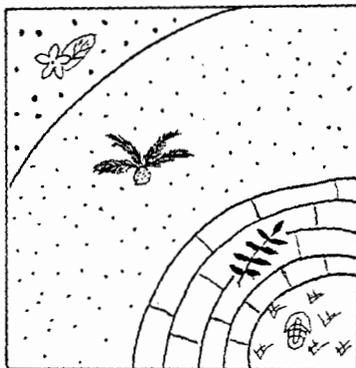
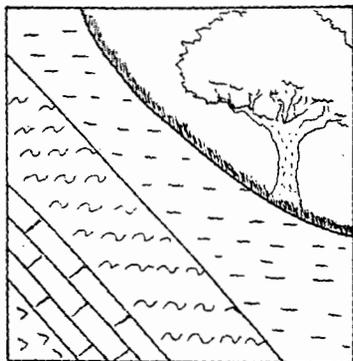
COLUMNA ESTRATIGRAFICA COMPUESTA

La construcción de una columna estratigráfica compuesta explica todas las unidades de una columna. Colocar los siguientes perfiles en una secuencia cronológica correcta. Debe tomarse en cuenta que los tipos de roca pueden repetirse pero no las formas de vida extintas.



EDADES RELATIVAS

Para cada una de las secciones transversales dadas a continuación, indicar los cuerpos de roca más viejos y más jóvenes, y anotar el principio que ha sido aplicado en cada una de ellas (Consultar la introducción).



LITERATURA RECOMENDADA:

Dunbar, C.O. 1957. **Principios de Estratigrafía**. Compañía Editorial Continental S.A. México D.F., México.

Dunbar, C.O. 1961. **Geología Histórica**. Compañía Editorial Continental S.A. México D.F., México.

Foster, R.J. 1978. **General Geology**. Charles E. Merrill Publishing Company. Ohio, USA.

López R., E. 1993. **Geología General y de México**. Editorial Trillas, México D.F., México.

Márquez, A.Z., A. Pérez R., R. González y O. Comas. 1992. **Manual de Prácticas: Laboratorio de Geología**. Universidad Autónoma Metropolitana. México D.F., México.

Montgomery, C.W. 1992. **Environmental Geology**. Third Edition. W.M.C. Brown Publishers. USA.

Simons R., E. 1990. **Geología Física Básica**. Editorial Limusa & Noriega. México D.F., México.

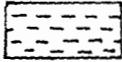
Skinner, B. J. and S.C. Porter. 1992. **The Dynamic Earth: an introduction to physical geology**. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc. USA.

Vasiliev, Y.M., V.S. Milnichuk y M.S. Arabadzhi. 1981. **Geología General e Histórica**. Editorial MIR. Moscú, URSS.

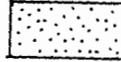
APENDICE 1

SIMBOLOS GEOLOGICOS PARA USO EN COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS

ROCAS SEDIMENTARIAS



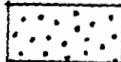
Arcillas



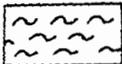
Arenas



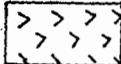
Limolitas



Gravas



Margas



Yeso



Calizas en general



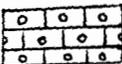
Sal



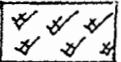
Caliza arenosa



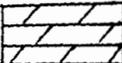
Carbón



Caliza cavernosa



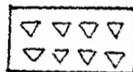
Diatomita



Dolomita

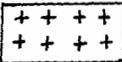


Turba



Arenisca

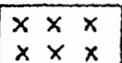
ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS



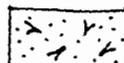
Ignea extrusiva



Metamorfica



Ignea intrusiva



Cuarcita



Ignea plutonica



Pizarra

APENDICE 2

SIMBOLOGIA DE FOSILES INDICADORES PARA USO EN COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS

VIDA MARINA

VIDA TERRESTRE



CAMBRICO



ORDOVICICO



SILURICO



DEVONICO



CARBONIFERO



PERMICO



TRIASICO



JURASICO



CRETACICO



TERCIARIO



CUATERNARIO



Practica 4

COLECTA DE FOSILES

INTRODUCCION:

Dentro de la Paleobiología, la colecta de los fósiles es quizá una de las actividades más importantes, ya que de la buena o mala forma en que se haga esta operación dependen las posteriores investigaciones. De una mala forma de coleccionar fósiles pueden derivar falsas interpretaciones de los mismos, y por lo tanto, los estudios paleontológicos tendrían poca validez.

Por esta razón, es recomendable darle a esta actividad la importancia que tiene en realidad. En la actualidad se tiende a realizar colectas integrales y azarosas, que permiten ser más objetivas a las posteriores investigaciones, ya que en la anteriormente sólo se trataba de coleccionar los mejores ejemplares, dejando de lado los menos llamativos; de esta forma se perdía valiosa información.

OBJETIVO(S):

- * Colectar muestras de fósiles en el campo.
- * Familiarizarse con los lugares donde es posible encontrar fósiles.
- * Adquirir práctica en la extracción y manejo de los fósiles en el campo.
- * Valorar la importancia de tomar de datos en el campo.

MATERIAL

Martillo geológico, cinceles, mapas geológicos y topográficos, bolsas de plástico y/o manta, cajas de cartón, lupa, cuaderno de anotaciones, cinta métrica, cámara fotográfica, brocha, pinceles de pelo fino, navaja de campo, papel periódico, papel de China.

ACTIVIDADES

CARACTERIZACION DEL LUGAR DE COLECTA

1. Ubicar en un mapa geológico la zona que se ha elegido para la colecta. Anotar las coordenadas geográficas aproximadas y la antigüedad de las rocas del lugar.
2. Caracterizar el perfil geológico del sitio de colecta (en caso de que la colecta vaya a efectuarse en los estratos de un perfil). Elaborar un diagrama del orden, grosor y disposición de los estratos, siguiendo los métodos descritos en la práctica correspondiente. Tomar fotografías del perfil o del lugar de colecta.

3. Revisar de manera general el lugar de donde se piensa coleccionar. Buscar la zona donde se encuentren los restos fósiles que aparentemente no hayan sido acarreados por agentes erosivos (por ejemplo, desmoronamientos del perfil, deslaves por la lluvia, etc). Esto es con el fin de ubicar exactamente el origen de los fósiles y de esta manera puedan servir para estudios posteriores. En caso de no encontrar el lugar original de los restos se coleccionarán los fósiles que se encuentren dispersos y se indicará esto en los datos de colecta de los ejemplares.

COLECTA DEL MATERIAL

1. Extraer los fósiles de cada uno de los estratos o sitios de colecta. Debe tratarse de que el ejemplar salga completo. Extraer, junto con el fósil, el sedimento de los alrededores; posteriormente, en el laboratorio, se eliminará el sedimento innecesario. No deben efectuarse acciones para quitar el exceso de sedimento que pongan en peligro la integridad del fósil.

2. Los ejemplares se envuelven con papel de China o periódico y se colocan en cajas. Debe tratarse de que no queden muy sueltos para que al momento de transportarlos no se maltraten.

3. Cada ejemplar encontrado se irá numerando y se organizará de tal forma que no se confunda posteriormente el lugar de donde se extrajo. Los ejemplares de un mismo sitio, estrato o superficie de sedimentación podrán ser colocados juntos.

4. Anotar los datos del lugar de colecta para que posteriormente los fósiles tengan valor científico. Los datos necesarios son los siguientes:

Localidad
País, estado y municipio
Fecha
Colector(es)
Número de colecta
Antigüedad de las rocas del lugar
Observaciones (*)

(*) Las observaciones se refieren a datos diversos que pueden ayudarnos posteriormente como: sitio donde se encontró (estrato, superficie, etc.), abundancia, etc.

Incluir los datos en las cajas de los fósiles y transportarlos al laboratorio para su preparación.

NOTA: El procedimiento descrito en la presente práctica se centra en la colecta de pequeños fósiles. Como parte de este manual de prácticas se incluye un apéndice donde se describen los métodos de colecta para todo tipo de fósiles y de una manera más amplia. Se hace recomendable su consulta al momento de tener dudas o un interés más a fondo en el tema.

LITERATURA RECOMENDADA:

Barragán V., M.R. 1992. **Guía de Campo y Laboratorio para prácticas de Paleontología.** Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tabasco, México.

Meléndez, B. 1982. **Paleontología: parte general e invertebrados.** Editorial Paraninfo. Madrid, España.

Parker, S. and R.L. Bernor (Editores). 1990. **The Practical Paleontologist.** Simon & Schuster Inc. New York, USA.

Practica 5

PREPARACION DEL MATERIAL COLECTADO

INTRODUCCION

Los fósiles no se limpian simplemente para que luzcan bien. Un espécimen bien preparado y limpio puede mostrar detalles valiosos a la hora de interpretar su paleobiología. Por ejemplo, las inserciones musculares sólo son observadas en los huesos bien preparados.

Existen muchos métodos de preparación establecidos para los diferentes tipos de fósiles, sin embargo, aún pueden desarrollarse otros muchos, buscando siempre la forma de los ejemplares nos aporten la mayor parte de datos posibles y evitando en la medida de lo posible su daño.

OBJETIVO(S):

- * Preparar el material colectado en el campo para que pueda formar parte de una colección paleontológica.
- * Adquirir experiencia en el manejo de fósiles en el laboratorio.

MATERIAL

Pequeños fósiles no montados. Resina sintética, hojas de papel cartón grueso, papel terciopelo rojo o negro, cajas de tapa embonable, pegamento transparente.

ACTIVIDADES

LIMPIEZA

Eliminar todo el exceso de sedimento que sea posible sin dañar al ejemplar. Emplear, para este fin, cinceles de diferente grosor y martillo. Eliminar también el polvo suelto del ejemplar. Se pueden utilizar pinceles de pelo fino si el fósil es muy frágil y brochas más gruesas si es más consistente.

FIJACION

Con el fin de evitar que el sedimento donde está impregnado el fósil se desmorone y la muestra se pueda perder, es necesario fijarlo con resina sintética. Con un pincel cubrir de resina la cara del sedimento donde se encuentra el fósil, cuidando de no cubrir al ejemplar. Cubrir de resina hasta los bordes, con el fin de asegurar la lámina superior de sedimento con las subsecuentes. Dejar secar la resina al menos 30 minutos.

MONTAJE

1. Elegir la caja para el montaje. Las cajas en las que se montarán los fósiles deberán ser de cartón blanco y con tapa embonable. El tamaño de la caja dependerá del tamaño y forma del fósil.

2. Cortar un trozo de cartón que tenga el mismo tamaño y forma que el fondo de la caja elegida. Cortar también, con las mismas características, un trozo de papel terciopelo.

3. Pegar el papel sobre el cartón y el ejemplar sobre el papel. De esta manera, la muestra estará fija y al mismo tiempo podrá ser manipulada para posteriores estudios bajo el microscopio estereoscópico (Figura 1)

4. Colocar el montaje dentro de la caja y etiquetarlo.

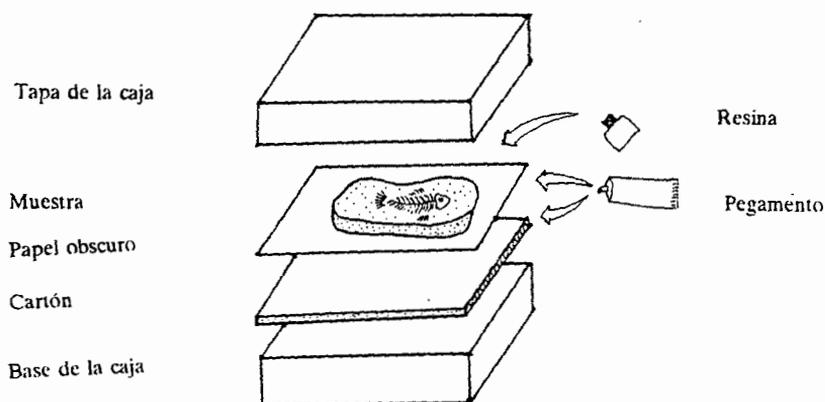


Figura 1

ETIQUETADO

1. Para que el fósil recién montado tenga valor científico y pueda pasar a formar parte de una colección paleontológica es necesario que tenga una etiqueta con sus datos correspondientes.

Además de los datos que se tomaron en campo, la etiqueta debe tener los siguientes:

- Nombre científico o grupo taxonómico al que se logró determinar
- Edad aproximada (puede colocarse la edad de las rocas del mismo sitio o estrato)
- Determinador
- Número ascendente dentro de la colección

<i>Tapatia occidentalis</i>	00145
Plioceno	
México, Jalisco, Tequila.	
Camino a la Presa de Sta. Rosa, Km. 20	
M. Mora-Núñez, col.	
Enero de 1995	V. Carrillo C., det.
Observaciones: muy abundante	

Ejemplo de etiqueta

2. Con tinta indeleble o con una pequeña etiqueta adhesiva, escribir el número de ejemplar al lado de la muestra (puede ser en una esquina sobre el papel terciopelo). Esto se hace con el fin de que si alguna vez se separa el ejemplar de la etiqueta, éste no pierda sus datos por confusión.

3. Colocar la etiqueta dentro de la caja, y depositar el material en el lugar que te indique el profesor.

LITERATURA RECOMENDADA:

Barragán V., M.R. 1992. **Guía de Campo y Laboratorio para prácticas de Paleontología.** Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tabasco, México.

Meléndez, B. 1982. **Paleontología: parte general e invertebrados.** Editorial Paraninfo. Madrid, España.

Parker, S. and R.L. Bernor (Editores). 1990. **The Practical Paleontologist.** Simon & Schuster Inc. New York, USA.

Practica 6

MICROPALEONTOLOGIA: OBSERVACION Y MONTAJE DE MICROFOSILES

INTRODUCCION

La micropaleontología es la ciencia que estudia, en general, los fósiles de pequeño tamaño. Para la investigación dentro de esta ciencia se emplean técnicas especiales, siempre con el auxilio del microscopio. Entre sus objetos de estudio se encuentran los restos de protozoos, algas unicelulares, bacterias coloniales, polen, esporas, etc., además de algunos restos de organismos más grandes como espículas de esponjas o microplacas de equinodermos.

Esta ciencia es una herramienta muy útil para la geología económica. El estudio de los microfósiles ayuda a detectar yacimientos petrolíferos y de gas natural. Sus aportaciones hacia la evolución también son valiosas, debido a que estudia los restos de los primeros y más primitivos seres vivos que habitaron la Tierra: las bacterias, las cianofitas, etc.

OBJETIVO(S)

- * Observar microfósiles en el microscopio óptico.
- * Determinar taxonómicamente los microfósiles observados.
- * Elaborar montajes permanentes de foraminíferos y/o radiolarios.

MATERIAL

Muestras de diatomita, muestras de sedimento con radiolarios o foraminíferos. Microscopio óptico de transmisión, microscopio estereoscópico, portaobjetos, cubreobjetos, aguja de disección, caja de petri. Claves de determinación de diatomeas, láminas de cartón, láminas de papel oscuro, pegamento transparente, tijeras, navaja, perforador.

ACTIVIDADES

OBSERVACION DE MICROFOSILES (DIATOMEAS)

1. Tomar una pequeña muestra de diatomita y colocarla sobre el portaobjetos. Agregar una gota de agua y con la ayuda de la aguja de disección, distribuir la diatomita en la superficie del portaobjetos que puede ser cubierta por el cubreobjetos. Cubrir con el cubreobjetos.
2. Observar la muestra en el microscopio de transmisión. Localizar las diatomeas y con la ayuda de las claves de determinación, determinar cada ejemplar al nivel taxonómico más específico que sea posible.
3. Dibujar las diferentes formas de diatomeas encontradas y acompañar los

esquemas con la siguiente información: grupo taxonómico al que se pudo determinar, lugar de procedencia de la muestra, antigüedad, etc. En caso de determinar las muestras hasta nivel de género o especie, se recomienda montar las muestras en montajes definitivos utilizando bálsamo de Canadá.

MONTAJE DE MICROFOSILES EN PLACAS PERMANENTES (FORAMINIFEROS Y RADIOLARIOS)

1. Colocar la muestra de sedimento en una caja de petri (en caso de que el sedimento no sea suelto, se desmorona con la ayuda de un martillo y una bolsa de plástico).

2. Colocar la caja de petri bajo el microscopio estereoscópico y con la ayuda de la aguja de disección se van separando las foraminíferos y radiolarios encontrados del sedimento que los contiene.

3. Cortar dos láminas de cartón y una lámina de papel obscuro al tamaño del portaobjetos. Con la ayuda de un perforador, elaborar perforaciones circulares en una de las láminas de cartón cortadas anteriormente (no más de 6 por lámina). Las perforaciones deben estar solamente en uno de los extremos del cartón, como se muestra en la figura 1. Colocar y pegar el papel obscuro sobre la lámina de cartón que no ha sido perforada y sobre el papel, la lámina perforada.

4. Agregar una gota de pegamento transparente dentro de los orificios y sobre ésta cada una de las muestras separadas con anterioridad. Colocar una muestra por cada orificio.

5. Una vez completados los orificios, coloca y pega un portaobjetos sobre la preparación (figura 2).

6. Colocar una etiqueta al lado de los orificios en la que se muestren los datos de procedencia, antigüedad y determinación taxonómica (si es que este último dato se tiene).

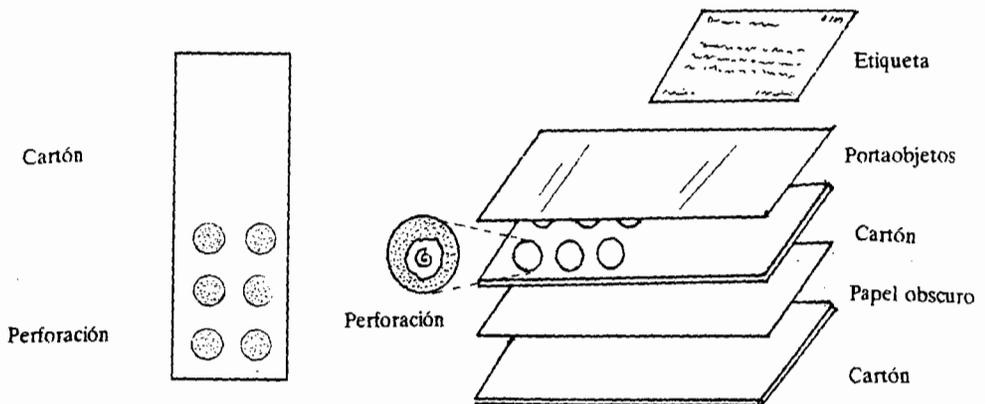


Figura 1

Figura 2

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. ¿Que importancia tiene el conocerla categoría taxonómica de los microfósiles de determinado lugar?
2. ¿Es posible reconstruir paleoambientes a partir de los microfósiles?
3. ¿Como es posible determinar paleotemperaturas a partir de los microfósiles?

LITERATURA RECOMENDADA

Black, R.M. 1976. Elementos de Paleontología. Fondo de Cultura Económica. México.

Camacho, H.H. 1979. Invertebrados fósiles. Eudeba Manuales. Editorial Universitaria de Buenos Aires. Argentina.

Meléndez, B. 1982. Paleontología: parte general e invertebrados. Editorial Paraninfo. Madrid, España.

Schindewolf, O.H. 1993. Basic Questions in Paleontology. University of Chicago Press. Chicago, USA.

Turek, V., J. Marek y J. Benes. 1989. La Gran Enciclopedia de los Fósiles. Susaeta, S.A. Praga, Checoslovaquia.

PALEOBOTANICA

INTRODUCCION

La paleobotánica es la rama de la paleontología que estudia los restos fósiles de los vegetales. Su campo abarca desde grandes troncos petrificados, hasta los minúsculos esqueletos de las diatomeas o las impresiones de las colonias de cianofitas.

Los tejidos vegetales muertos se destruyen rápidamente bajo condiciones normales, y como, en general, no hay materia mineral que refuerce la estructura, los fósiles vegetales aparecen muy esporádicamente y suelen estar mal conservados. Sin embargo, en circunstancias en que se escacea el oxígeno y las bacterias aerobias, las plantas pueden conservarse bien en algunos casos favorables, como los nódulos de *Rhynia*, donde se pueden apreciar detalles muy precisos.

Generalmente, cada una de las partes de una planta fósil aparecen por separado, como raíces, tallos, hojas o semillas. Los ejemplares que se presentan completos, con sus diversas partes en conexión, son poco frecuentes, y a cada una se le ha asignado un "género forma"; así por ejemplo, *Lepidodendron* se refiere al tronco de un licopodio fósil; *Stigmaria* a las raíces; *Lepidophylloides*, a las hojas y *Lepidostrobus* a los conos.

Debido a que muchos de los grupos de plantas actuales se encuentran también registrados en sedimentos antiguos, se pueden hacer inferencias acerca de las condiciones ambientales del pasado, así como cambios climáticos que han estado ocurriendo ininterrumpidamente hasta la actualidad. De ahí que la importancia de los estudios paleobotánicos no solo es de tipo descriptivo, sino también explicativo.

Tipos de troncos maderables

Dentro del conjunto de vegetales maderables se pueden diferenciar dos grupos: los árboles de madera blanda y los árboles de madera dura. Los árboles de madera blanda se caracterizan por tener el cuerpo lignificado de manera uniforme en todo su grosor, es decir, no presenta regiones diferenciadas concéntricas en el tallo. Generalmente todas las coníferas leñosas son de este tipo. (Fig. 1)

Los árboles de madera dura, en cambio, presentan dos regiones bien diferenciadas en el tallo: el **duramen** que forma la médula del tronco y está formado por células muertas y fuertemente lignificadas (en general de un color oscuro); y la **albura**, que es un anillo de grosor variable que rodea al duramen, el cual está menos lignificado y generalmente tiene un color más claro. Las angiospermas leñosas pertenecen a este último grupo de árboles. (Fig. 2)

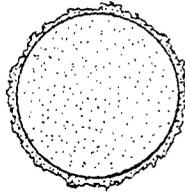


Figura 1

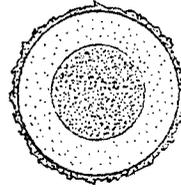


Figura 2

OBJETIVO(S):

- * Elaborar una descripción de las muestras de hojas fósiles.
- * Determinar el grupo al que pertenecen los troncos fósiles de acuerdo a la presencia o ausencia de albura y duramen.
- * Realizar un estudio morfométrico de los anillos de crecimiento de los troncos fósiles.

MATERIAL

Muestras de hojas fósiles y de troncos petrificados. Cinta métrica, cordón, microscopio estereoscópico. Artículo de descripción de una nueva especie vegetal actual, textos de anatomía vegetal.

ACTIVIDADES

DESCRIPCION DE HOJAS FOSILES

1. Observar al microscopio estereoscópico las hojas fósiles y buscar detalles de la epidermis que se hallan conservado.
2. Elaborar un esquema de cada hoja e incluir en él los detalles observados.
3. Describir de manera formal uno de los ejemplares de hojas. Para este fin, consultar descripciones de plantas actuales en el apartado de las hojas. Incluir en la descripción todas las características que sean necesarias y puedan ser observadas en el ejemplar.
4. Comparar las descripción con una de una hoja actual consultando un artículo de una planta actual. Anota las diferencias entre las dos.

DETERMINACION DE TRONCOS FOSILES

Observar los ejemplares de troncos fósiles y determinar si eran de madera dura o blanda (consultar la introducción). Teniendo esta información será posible otorgar una categoría taxonómica a los troncos. Anotar a que grupo pertenece cada ejemplar.

BIOMETRIA DE TRONCOS FOSILES

1. Con la ayuda de un cordón y una cinta métrica medir la circunferencia y el diámetro de los troncos fósiles
2. Contar los anillos de crecimiento que se observables en el tronco.
3. Elaborar un diagrama de un corte transversal del tronco e indicar en él la cantidad de anillos observados, así como el grosor de cada uno de ellos.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS:

1. ¿Qué dificultades presenta la determinación taxonómica de vegetales fósiles?
2. ¿Qué clase de detalles de la epidermis de las plantas pueden ser conservadas en los fósiles?
3. ¿Que tipo de información nos ofrece la cantidad y el grosor de los anillos de crecimiento en determinado tronco?
4. ¿Crees que a partir de la secuencia de anillos de crecimiento de un tronco fósil se puede establecer un paleoambiente? ¿Por qué?

LITERATURA RECOMENDADA:

Beck, C.B. (Editor). 1988. **Origin and Evolution of Gymnosperms**. Columbia University Press. USA.

Behrensmeyer, A.K., J.D. Damuth, W.A. DiMichelle, R. Potts, H.D. Sues and S.L. Wing. 1992. **Terrestrial Ecosystems Through Time: Evolutionary Paleocology of Terrestrial Plants and Animals**. University of Chicago Press. Chicago, USA.

Black, R.M. 1976. **Elementos de Paleontología**. Fondo de Cultura Económica. México.

Jones, S.B.(Jr.). 1986. **Sistemática Vegetal**. Editorial Mc Graw Hill. México.

Mauseth, J.D. 1991. **Botany: an Introduction to Plant Biology**. Saunders College Publishing. USA.

Schindewolf, O.H. 1993. **Basic Questions in Paleontology**. University of Chicago Press. Chicago, USA.

Stewart, W.N. and Gar W. Rothwell. 1993. **Paleobotany and the Evolution of Plants**. Second Edition. Cambridge University Press. USA.

Taylor, T.N. and E.L. Taylor. 1993. **The Biology and Evolution of Fossil Plants**. Prentice Hall, Inc. USA.

Turek, V., J. Marek y J. Benes. 1989. **La Gran Enciclopedia de los Fósiles**. Susaeta, S.A. Praga, Checoslovaquia.

Weber, R. (Compilador). 1989. **Morfología, reproducción y evolución de la Arqueogoniadas: una antología**. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

INVERTEBRADOS FOSILES

INTRODUCCION

En la actualidad podemos diferenciar 33 phyla de animales que corresponden al mismo número de planes estructurales que encierran, según los datos disponibles, todas las modificaciones experimentadas desde su aparición, calculada en unos 2,500 millones de años. Descartando los escasos hallazgos de fósiles precámbricos, el registro paleontológico comienza, prácticamente, a principios del Cámbrico, periodo que inició aproximadamente hace 560 millones de años. En consecuencia, 1,500 millones de años de la evolución de la vida animal ha quedado sin documentar en las rocas por causas diversas, pero, principalmente, porque en aquellos momentos la materia viviente careció de los requisitos más indispensables para la fosilización, como fue la presencia de partes duras.

De los 33 phyla animales, unicamente 15 están representados paleontológicamente y algunos en forma muy precaria. Claro que a este número hay que agregar unos cuantos phyla extintos. La mayor parte de estos phyla tuvieron su origen en en Cámbrico, incluyendo a los cordados, phylum al que pertenecemos todos los vertebrados.

Biometría en invertebrados fósiles

Muchas veces lo único que se conserva de los invertebrados fósiles son sus partes duras como conchas o caparazones. Esto limita en gran medida las investigaciones sobre todo al momento de determinar taxonómicamente los ejemplares. Es por esta razón que la biometría se convierte en una herramienta importantísima, ya que proporciona datos útiles que pueden ser empleados en las matrices de similitud.

De esta forma, los estudios morfológicos y biométricos pueden ser suficientes para los análisis sistemáticos de algunos invertebrados fósiles como los gasterópodos, los bivalvos, etc.

OBJETIVO(S):

- * Utilizar una clave de determinación de invertebrados fósiles para indicar el grupo al que pertenecen los ejemplares.
- * Hacer un estudio morfológico y biométrico de una concha de gasterópodo fósil.
- * Utilizar claves de para determinar amonites y trilobites a nivel de orden.
- * Familiarizarse con los detalles que son observables en los invertebrados fósiles y son necesarios para su determinación taxonómica.

GLOSARIO:

Biometría

MATERIAL

Ejemplares de trilobites, amonites, gasterópodos e invertebrados fósiles en general. Microscopio estereoscópico, vernier, regla.

ACTIVIDADES

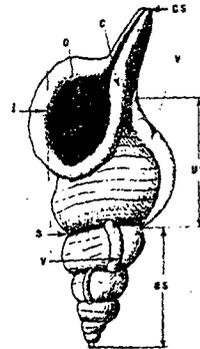
DETERMINACION DE INVERTEBRADOS FOSILES

Utilizando la clave de determinación de invertebrados fósiles, determinar a que grupo pertenecen los ejemplares que se te hayan proporcionado.

ESTUDIO MORFOLOGICO Y BIOMETRICO DE UN GASTEROPODO FOSIL

1. Dibujar el ejemplar que se haya proporcionado.
2. Ubicar las estructuras y regiones de la concha que se mencionan a continuación. Indicar tales observaciones en tu dibujo.

es	espira
uv	última vuelta
s	sutura de la espira
c	columnilla
l	labro
cs	canal sifonal
o	opérculo
v	varices



3. Tomar y anotar las siguientes medidas. Las cantidades deben expresarse en milímetros.

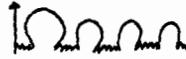
Longitud total
Amplitud máxima
Longitud de la espira
Amplitud máxima de la espira
Longitud de la última vuelta
Número total de vueltas

INVERTEBRADOS DE IMPORTANCIA ESTRATIGRAFICA I: AMMONOIDEOS

1. Buscar los ejemplares de amonites las suturas de los tabiques y determinar a cual de los tipos mencionados a continuación pertenecen. Dichas suturas son observables en la parte dorsal de las espirales. La flecha que acompaña a cada tipo de sutura indica la dirección de donde se encuentra la abertura de la concha.



Sutura goniatítica



Sutura ceratítica



Sutura ammonítica

2. Elaborar un esquema sencillo de cada ejemplar y acompañarlo de un diagrama del tipo de sutura que se observó.

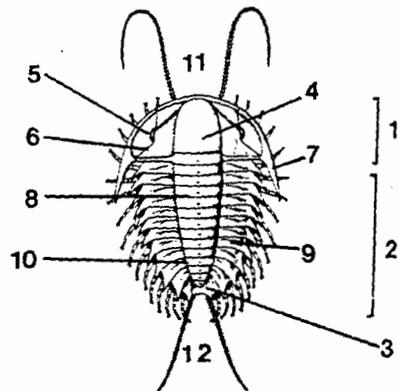
3. Con ayuda de la clave de determinación correspondiente, determinar el orden al que pertenece cada ejemplar y anotarlo junto a cada esquema.

4. Consultar textos descriptivos de paleontología de invertebrados y buscar ejemplares parecidos a los que se están estudiando. Si se encuentran ejemplares muy parecidos al estudiado, anotar la familia y el género al que pertenece cada muestra.

INVERTEBRADOS DE IMPORTANCIA ESTRATIGRAFICA II: TRILOBITES

1. Ubicar en los ejemplares las siguientes estructuras y anota cuales son observables:

- | | |
|----|-----------------------|
| 1 | Cefalón |
| 2 | Soma |
| 3 | Pigidio |
| 4 | Glabela |
| 5 | Ojo |
| 6 | Sutura genal |
| 7 | Punta genal |
| 8 | Raquis |
| 9 | Pleura |
| 10 | Surco axial |
| 11 | Antenas |
| 12 | Cercos |
| 13 | Apéndices locomotores |



2. Con la ayuda de la clave correspondiente, determinar el orden al que pertenecen.

3. Buscar, en textos descriptivos de paleontología de invertebrados, ejemplos

de los órdenes a los que se llegó y comparar los ejemplares con las ilustraciones de dichos textos. Si es posible determinar a un rango taxonómico inferior del nivel orden.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. ¿Que importancia tiene la determinación de los amonites y trilobites para la estratigrafía?
2. ¿Que tendencias evolutivas se observan en las suturas de los amonites?

LITERATURA RECOMENDADA:

Black, R.M. 1976. **Elementos de Paleontología**. Fondo de Cultura Económica. México.

Camacho, H.H. 1979. **Invertebrados fósiles**. Eudeba Manuales. Editorial Universitaria de Buenos Aires. Argentina.

Levi-Setti, R. 1993. **Trilobites**. Second Edition. University of Chicago Press. USA.

Meléndez, B. 1982. **Paleontología: parte general e invertebrados**. Editorial Paraninfo. Madrid, España.

Mora-Núñez, M. 1995. Los Trilobites. **DUGESIANA**. Volumen 2, 1:3-13

Schindewolf, O.H. 1993. **Basic Questions in Paleontology**. University of Chicago Press. Chicago, USA.

Turek, V., J. Marek y J. Benes. 1989. **La Gran Enciclopedia de los Fósiles**. Susaeta, S.A. Praga, Checoslovaquia.

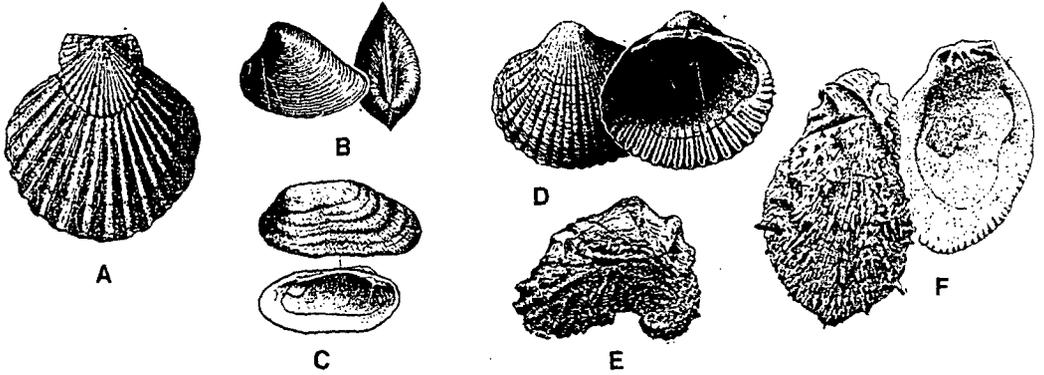
5 (4a)

a) Plano de simetría perpendicular al plano de separación de las valvas

6

b) Plano de simetría coincidente con el plano de separación de de las valvas, casos frecuentes de conchas disimétricas. Unión de las valvas asegurada por una charnela dentada (dientes y fosetas en ambas valvas) (Figs. A-F)

MOLLUSCA: BIVALVIA



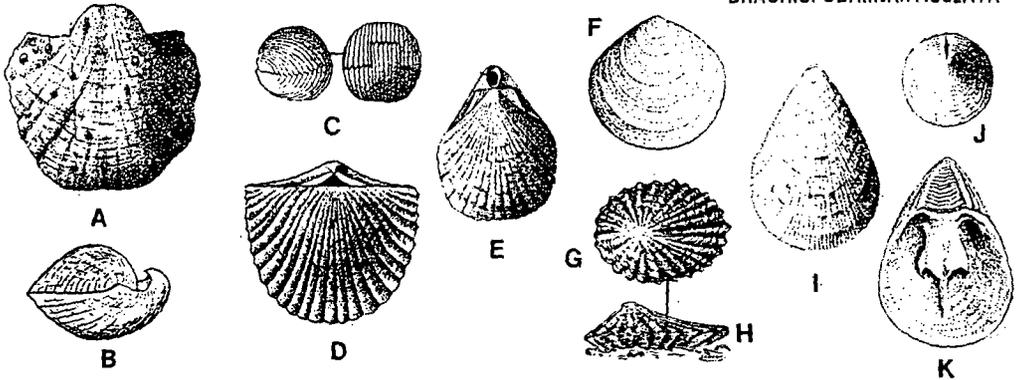
6 (5a)

a) Concha calcárea, unión de las valvas asegurada por una charnela con dientes sobre la valva mayor y fosetas en la pequeña. Valvas generalmente convexas (Figs. A-E)

BRACHIOPODA: ARTICULATA

b) Concha calcárea o quitino-fosfatada, desprovista de charnela. Valvas generalmente separadas (Figs. F-K)

BRACHIOPODA: INARTICULATA



7 (1b)

a) Cuerpo con segmentación transversal, regularmente los segmentos se encuentran agrupados en tagmas. Apéndices articulados

8

b) Cuerpo de otro tipo

15

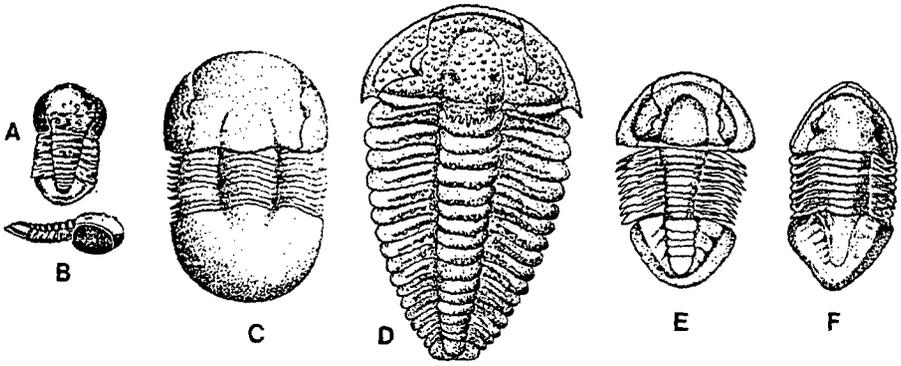
8 (7a)

a) Cuerpo con división longitudinal (una región central y dos laterales) formando una trilobación (Figs. A-F)

ARTHROPODA: TRILOBITA

b) Cuerpo no dividido longitudinalmente

9



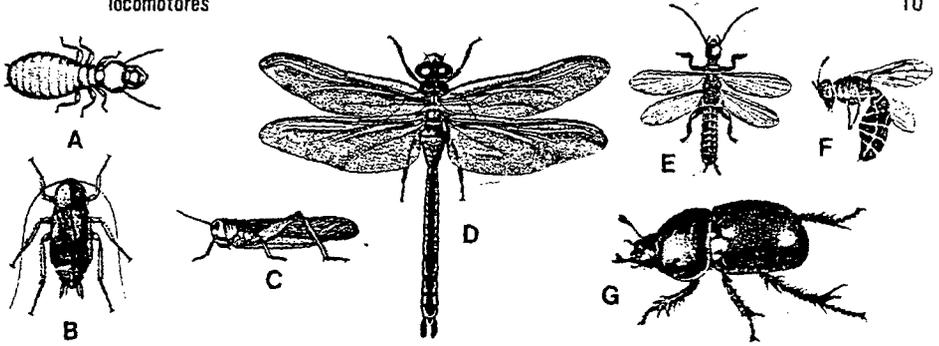
9 (8b)

a) Cuerpo con tres regiones (cabeza, tórax y abdomen; el tórax formado por tres segmentos y con tres pares de apéndices locomotores (Figs. A-G)

ARTHROPODA:INSECTA

b) Cuerpo con dos o tres regiones; si se presentan tres, existen más de tres apéndices locomotores

10



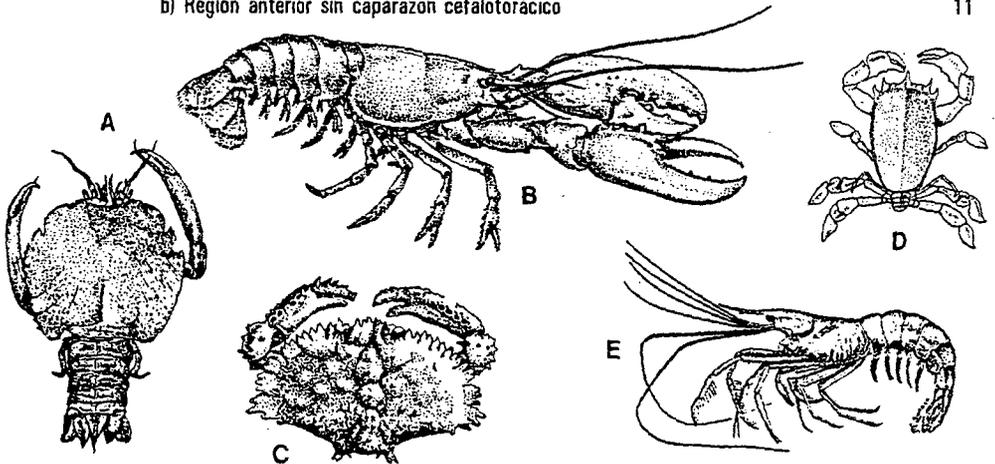
10 (9b)

a) Región anterior con un caparazón cefalotorácico, pereión o región central formada por 8 segmentos, algunos fusionados a la cabeza (Figs. A-E)

ARTHROPODA:CRUSTACEA:MALACOSTRACA

b) Región anterior sin caparazón cefalotorácico

11



11 (10b)

a) Cuerpo generalmente vermiforme, con segmentos visibles

12

b) Cuerpo de forma variable con doce o menos segmentos visibles o sin segmentación evidente

13

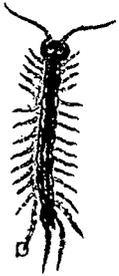
12 (11a)

a) Cuerpo con un par de apéndices locomotores por segmento aparente (Figs. A-C)

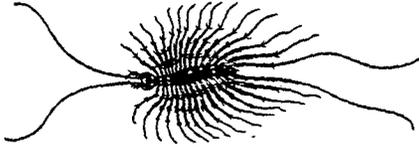
ARTHROPODA:QUILOPODA

b) Cuerpo con dos pares de apéndices locomotores por segmento aparente (Fig. D)

ARTHROPODA:DIPLOPODA



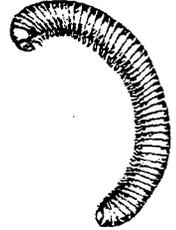
A



B



C



D

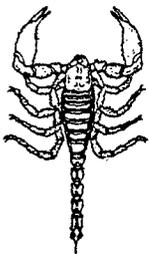
13 (11b)

a) Cuerpo de forma variable, pero siempre con cuatro pares de apéndices locomotores. Sus fósiles son encontrados siempre en sedimento continental o conservados en ámbar (Fig. A-G)

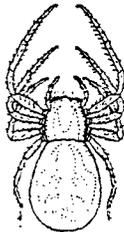
ARTHROPODA:ARACNIDA

b) Cuerpo cubierto de placas con cierto grado de mineralización. Fósiles encontrados siempre en sedimento marino.

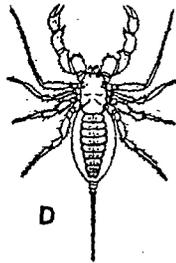
14



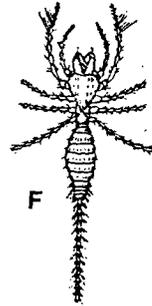
A



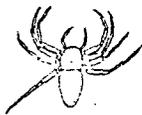
B



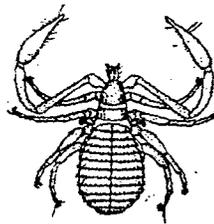
D



F



C



E



G

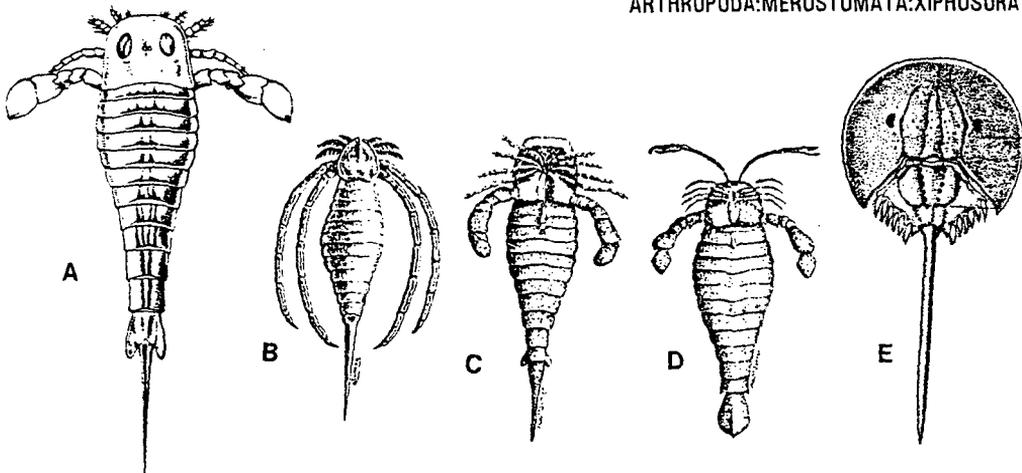
14 (13b)

a) Prosoma cubierto por una placa, opistosoma formado por una serie de segmentos con placas independientes. Frecuentemente el último par de apéndices locomotores está modificado a manera de remo (Figs. A-D)

ARTHROPODA:MEROSTOMATA:EURYPTERIDA

b) Prosoma cubierto por una placa de forma de media luna. Cuerpo con un telson terminal recto, largo y acuminado (con apariencia de espada). Los apéndices regularmente están quelados. Nunca hay apéndices en forma de remo (Fig. E)

ARTHROPODA:MEROSTOMATA:XIPHOSURA



15 (7b)

a) Cuerpo con concha de una sola pieza, de cualquier forma, o bien, tubos huecos espiralados o semirectos 16

b) Cuerpo de otro tipo 23

16 (15a)

a) Concha univalva cónica o casi cilíndrica, recta, arqueada, espiralada o imperfectamente enrollada, interior tabicado formando cámaras 17

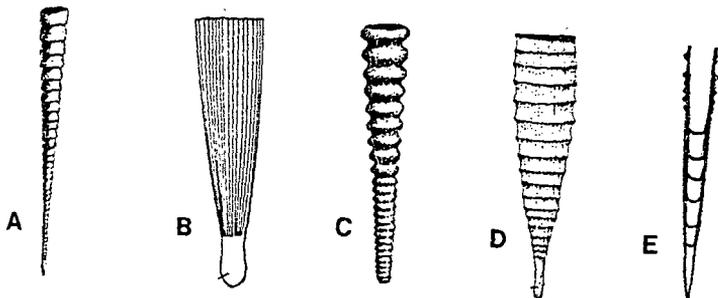
b) Concha de otro tipo 20

17 (16a)

a) Concha en general de gran talla (varios cm o dm), cámaras comunicadas entre sí por un sifón 18

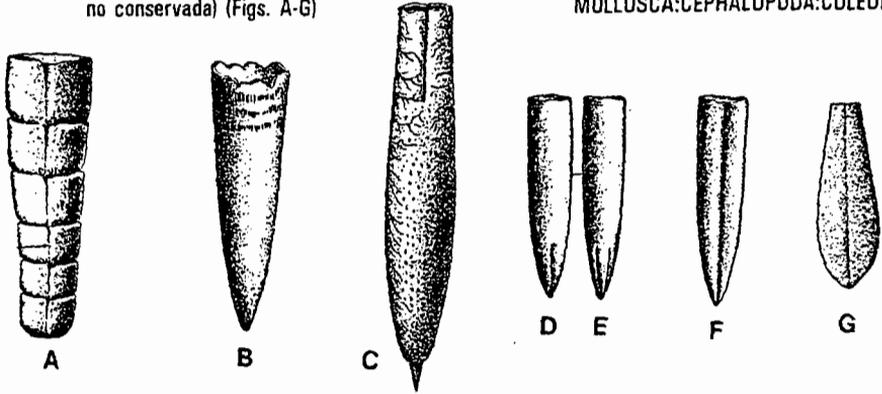
b) Concha muy pequeña (algunos mm), cámaras no comunicadas por un sifón (Figs. A-E)

TENTACULITES¹



18 (17a)

a) Concha en espiral o semiespiral con los tabiques presentando concavidad o convexidad 19
b) Pieza calcárea masiva, cilíndrica, fuselada o digitada, prolongando la parte tabicada (a menudo no conservada) (Figs. A-G)
MOLLUSCA: CEPHALOPODA: COLEOIDEA



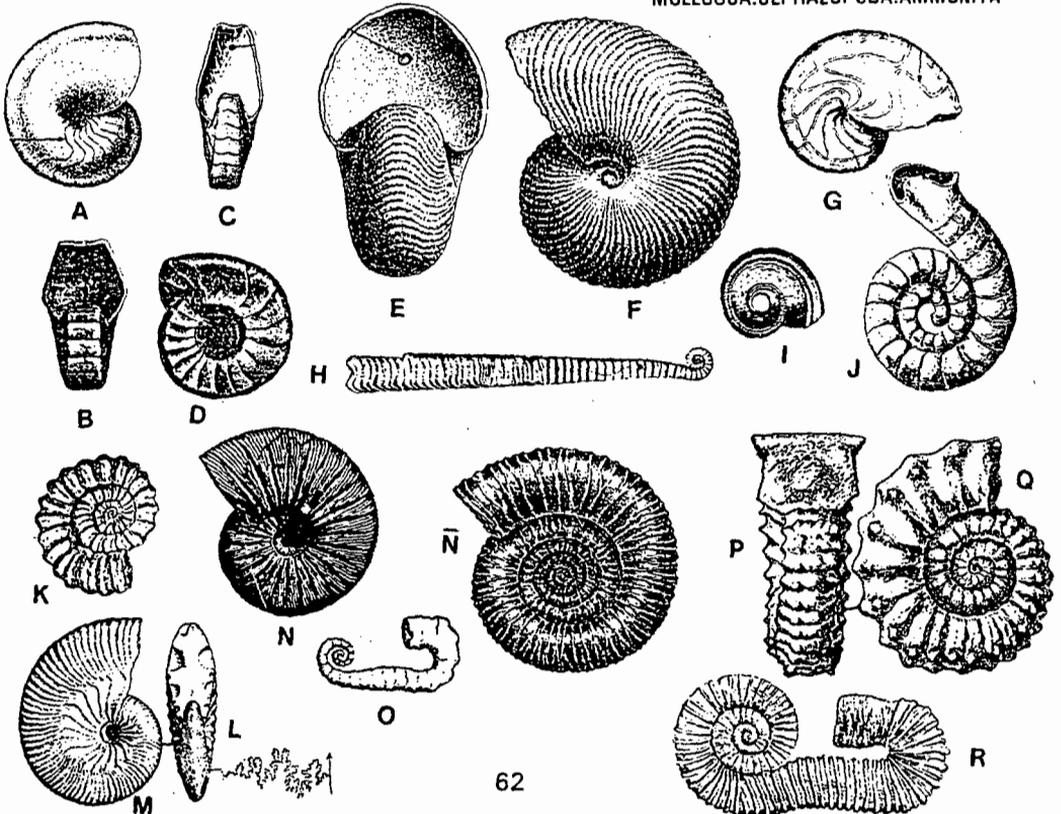
19 (18a)

a) Tabiques en vidrio de reloj, con la concavidad orientada hacia la abertura de la concha (Figs. A-J)
A-J)

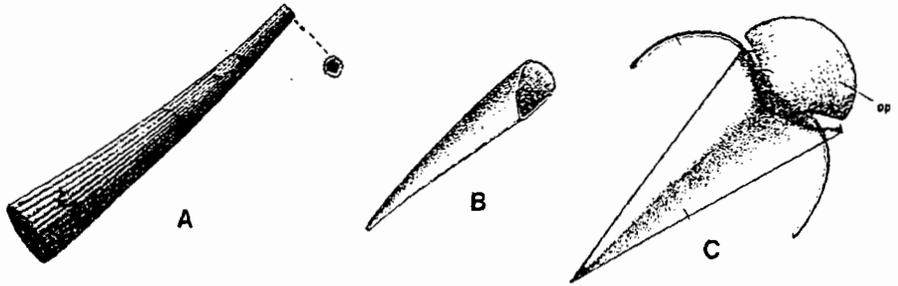
MOLLUSCA: CEPHALOPODA: NAUTILOIDEA

b) Tabiques ondulados, agrupados o recortados, con la convexidad orientada hacia la abertura de la concha. Generalmente con suturas complicadas (Figs. K-R)

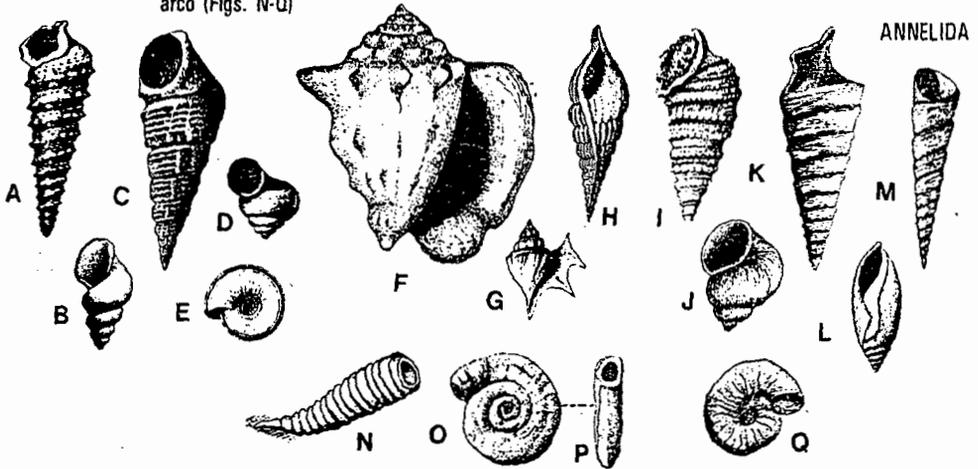
MOLLUSCA: CEPHALOPODA: AMMONITA



- 20 (16b) a) Concha recta o ligeramente curvada, muy afilada 21
 b) Tubo o concha cónica o cilíndrica, espiralada, apelonada o vermiforme 22
- 21 (20a) a) Concha ligeramente arqueada, abierta en los dos extremos (Fig. A) MOLLUSCA:SCAPHOPODA
 b) Concha recta de sección triangular o lenticular redondeada con el extremo más ancho cerrado por un opérculo (Figs. B-C) MOLLUSCA:HYOLITIDA



- 22 (20b) a) Concha normalmente espiralada, a veces apelonada; cristales de calcita de la capa externa orientados oblicuamente a la superficie (Figs. A-M) MOLLUSCA:GASTROPODA
 b) Tubo vermiforme o enrollado en un unico plano, cristales calcicos del tabique curvados en arco (Figs. N-Q) ANNELIDA



- 23 (15b) a) Cuerpo calcáreo con placas poligonales, generalmente de simetría radial (Algunas veces pentarradiada) 24
 b) Cuerpo de otro tipo 29
- 24 (23a) a) Cuerpo calcáreo formado por numerosas placas poligonales; simetría radial 25
 b) Cuerpo del mismo tipo; simetría penta-radiada bien marcada o enmascarada por una simetría bilateral 26

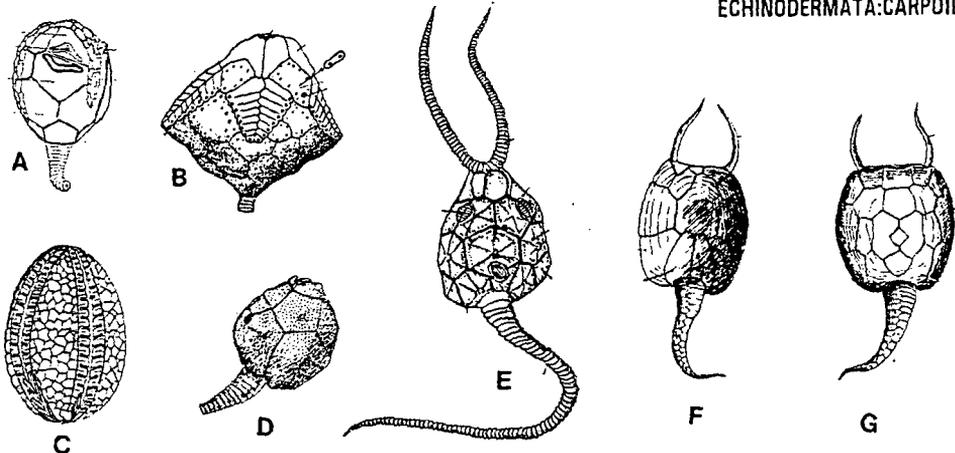
25 (24a)

a) Parte principal del cuerpo subsférico, cónico, piriforme o aplastado; placas perforadas por pares de poros comunicados entre sí por canaliculos simples y, a veces, por poros rombicos (Figs. A-E)

ECHINODERMATA:CYSTOIDEA

b) Esqueleto más o menos discoidal, provisto de dos prolongaciones (Figs. F-G)

ECHINODERMATA:CARPOIDEA



26 (24b)

a) Teca en forma de caliz, terminada en una corona de brazos y fija por un pedúnculo

27

b) Teca desprovista de pedúnculo

28

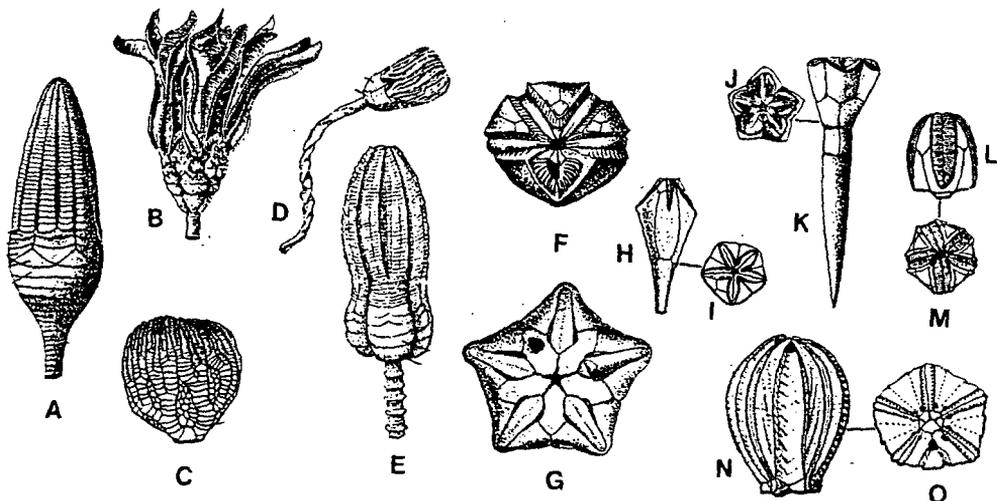
27 (26a)

a) Teca globosa poco escotada, provista de brazos más o menos numerosos y flexibles, y un largo pedúnculo de fijación (Figs. A-E)

ECHINODERMATA:CRINOIDEA

b) Teca muy escotada, en forma de capullo, provista de un corto pedúnculo fijo (Figs. F-O)

ECHINODERMATA:BLASTOIDEA



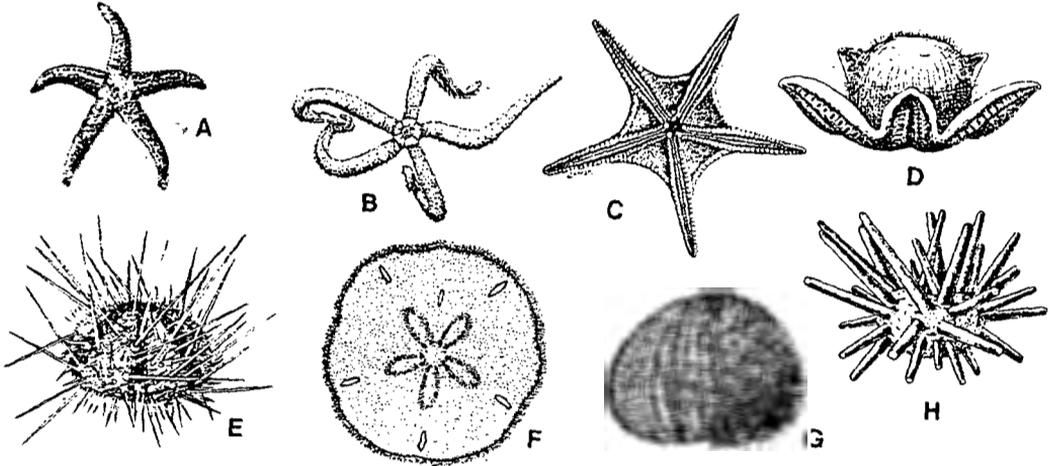
28 (26b)

a) Cuerpo con forma de estrella (Figs. A-D)

ECHINODERMATA: ASTEROIDEA

b) Teca fundamentalmente esférica, pero también poligonal (semiesfera, cono, disco, etc) formada por placas pentagonales solidamente unidas, repartidas en filas formando dos ciclos de husos: superficie generalmente verrugosa tras la pérdida de expansiones calcáreas polimorfas (espinas, báculos, mazas, hojas, sedas) (Figs. E-H)

ECHINODERMATA: EQUINOIDEA



29 (23b)

a) Cuerpo de morfología variable (copa, cono, cilindro, saco, bola, disco, piramide, etc.) a veces de aspecto esponjoso; formas solitarias o coloniales 30

b) Cuerpo de otro tipo 33

30 (29a)

a) Superficie externa atravesada por numerosos poros 31

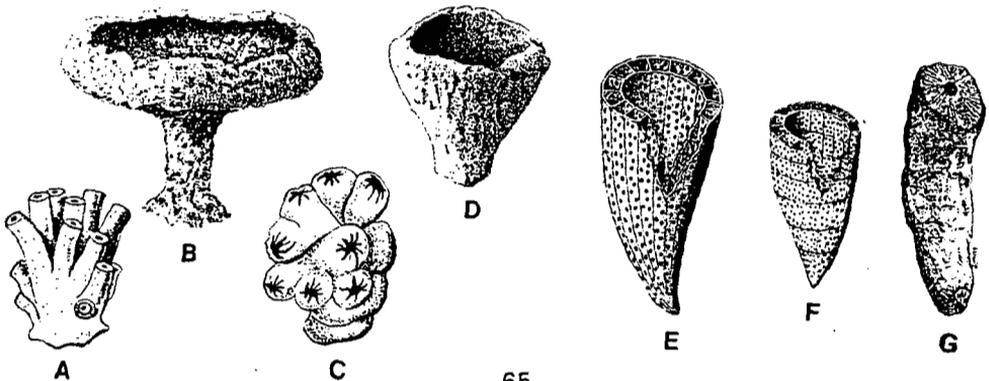
b) Superficie externa desprovista de poros 32

31 (30a)

a) Forma muy variable (copa, disco, cilindro, saco, lobada o no, etc). Aspecto esponjoso o reticulado; esqueleto formado por espículas microscópicas (Figs. A-D) PORIPHERA

b) Cuerpo calcáreo de forma cónica o cilíndrica, formado por dos paredes separadas mediante un intervalo y comunicadas por septos radiales (Figs. E-G)

ARQUEOCIATA



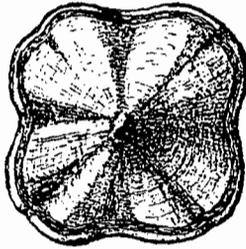
32 (30b)

a) Esqueleto fosfatado y córneo, generalmente de forma piramidal con sección cuadrada; centro de las paredes recorrido a menudo por una arista o estría longitudinal; frecuentemente con ornamentación transversal (Fig. A)

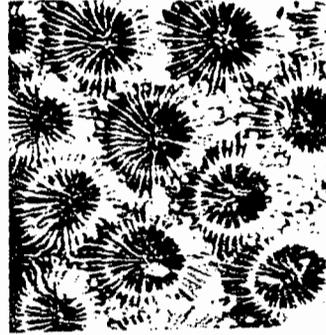
CNIDARIA:SCIFOOZA:CONULARIDA

b) Esqueleto calcáreo de forma variable (cúpula, cilindro, cono, pirámide, disco), presencia de septos radiales generalmente visibles (Fig. B)

CNIDARIA:ANTOZOOA



A



B

33 (29b)

a) Colonias masivas de esqueletos calcáreos, dispuestas en láminas concéntricas de notable espesor (Figs. A y B)

CNIDARIA:STROMATOPORIDA

b) Cuerpo de otro tipo

34



A



B

34 (33b)

a) Colonias masivas o ramificadas de esqueletos calcáreos formados por elementos ovoides, cilíndricos o prismáticos

35

b) Cuerpo de otro tipo

36

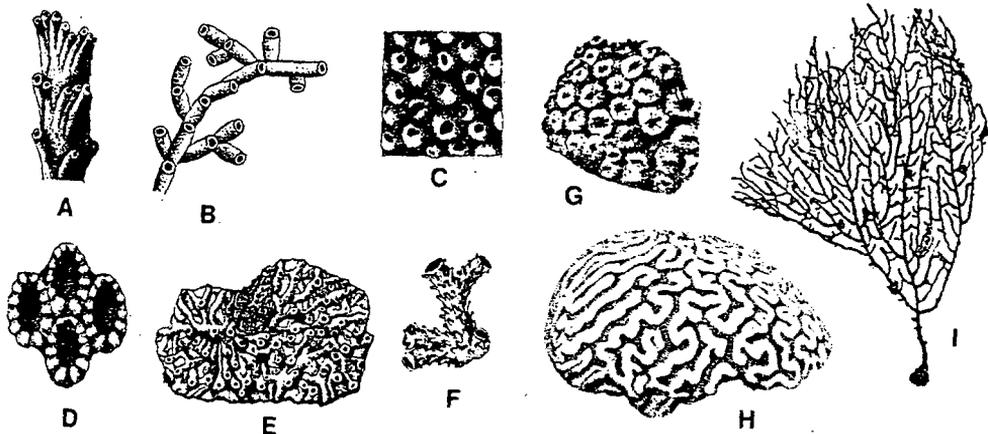
35 (34a)

a) Colonias polimorfas de zoecias tubulares u ovoides de pequeño tamaño (menos de 0.5 mm) (Figs. A-F)

BRIOZOA

b) Colonias polimorfas (masivas o ramificadas) de elementos calcáreos tubulares o cónicos de diámetro variable (desde unos mm. a varios cm.), adosados o no, con septos radiales generalmente variables (Figs. G-I)

CNIDARIA:ANTOZOOA



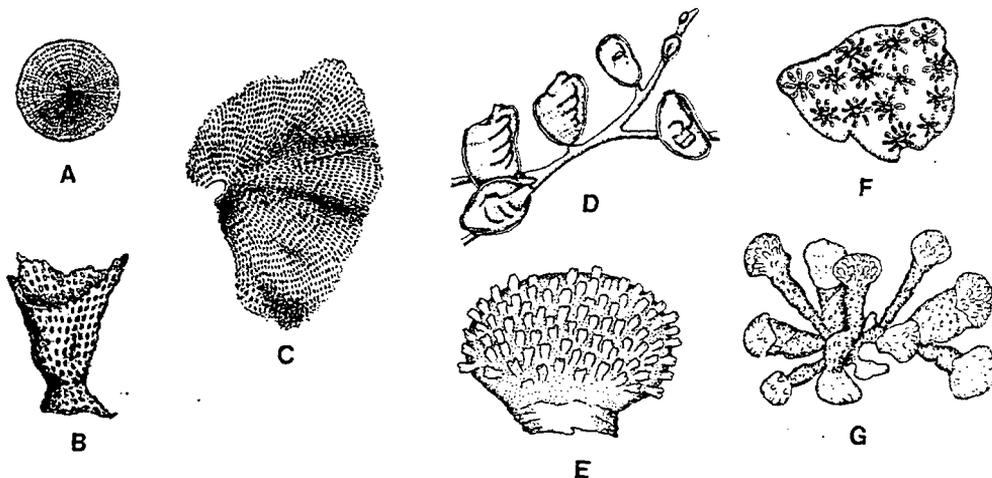
36 (34b)

a) Colonias calcáreas ramificadas o reticuladas, muy polimorfas (en forma de abanico, hélice, disco, embudo o costra); superficie finamente cribelada de forma característica (Figs. A-C)

BRIOZOOA

b) Cuerpo originalmente quitinoso (pasa a calcita durante la fosilización), colonias muy polimorfas (impresiones simples o ramificadas, rectas, arqueadas o espiraladas). Eje esquelético festonado sobre uno o ambos lados (Figs. D-G)

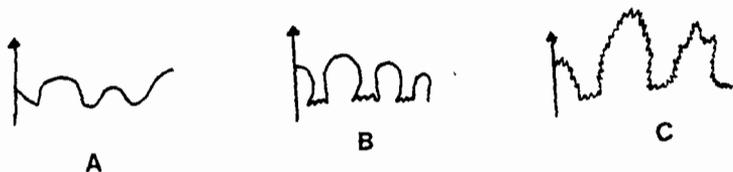
HEMICHORDATA:GRAPTOLITA



1. Los tentaculites son fósiles medianamente abundantes, pero aún no poseen una categoría taxonómica como grupo. Algunos los consideran moluscos, otros anélidos, etc. En los textos de paleontología y paleobiología son mencionados únicamente como grupo independiente.

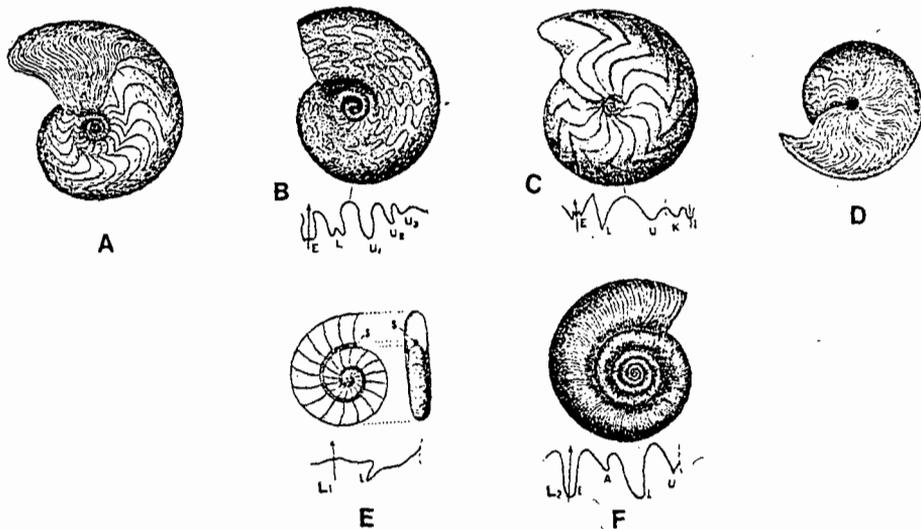
CLAVE PARA LOS ORDENES DE LA SUBCLASE AMMONITA

- 1 a) Sutura de los tabiques de tipo goniática (en zig-zag). (Fig. A) 2
 b) Sutura de tipo ceratítica o ammonítica (Figs. B y C respectivamente) 3



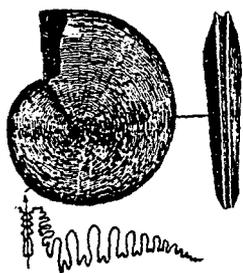
- 2 (1a) a) Sifón en posición ventral (hacia la parte externa del espiral) (Figs. A-D) GONIATITOIDEA
 b) Sifón en posición dorsal (hacia la parte interna del espiral). La sutura presenta siempre un lóbulo lateral muy profundo y anguloso (Figs. E-F).

CLYMENOIDEA

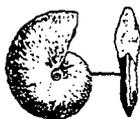


- 3 (1b) a) Sutura de tipo ceratítica, presenta sillas enteras y lóbulos dentados o divididos (Figs. A-D) CERATITOIDEA
 b) Suturas de tipo ammonítica, algunas veces semejando el limbo de una hoja de perejil. Regularmente presenta otro tipo de ornamentaciones como ondulaciones, surcos, espinas, etc. (Figs. E-J)

FILOCERATOIDEA (NEOAMMONOIDEOS)



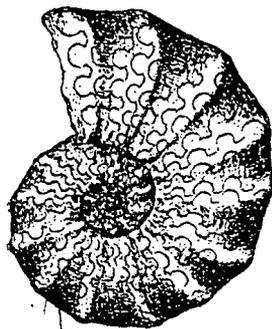
A



B



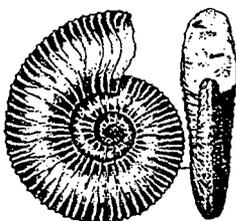
C



D



E



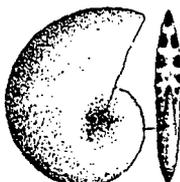
F



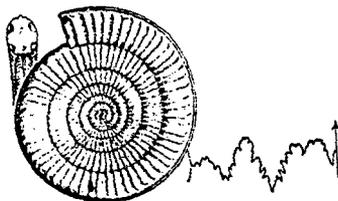
G



H



I



J

CLAVE PARA LOS ORDENES DE LA CLASE TRILOBITA

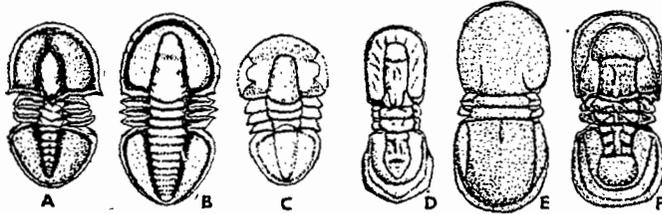
1

a) Trilobites miómeros (con 2 o 3 segmentos en el soma) (Figs. A-F)

AGNOSTIDA

b) Trilobites polímeros (más de 3 segmentos en el soma)

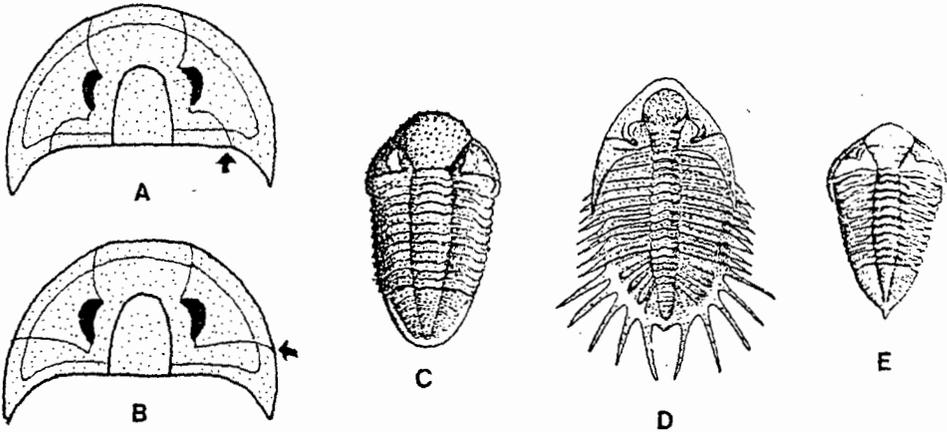
2



2 (1b)

a) Trilobites opistoparios (sutura genal terminando en la parte posterior del cefalón) (Fig. A) 3

b) Trilobites proparios (sutura genal terminando en los márgenes laterales del cefalón) (Figs. B-E) PHACOPIIDA



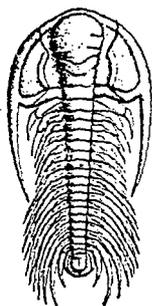
3 (2b)

a) Trilobites generalmente con más de 10 segmentos somáticos, pigidio muy pequeño y cefalón provisto de largas espinas genales (Fig. A)

REDLICHIDA

b) Con otras características

4



A

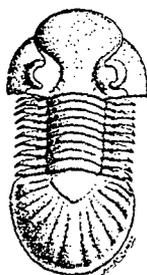
4 (3b)

a) Trilobites con glabella piriforme, generalmente isopigios (con el pigidio del mismo tamaño que el cefalón) (Figs. A-C)

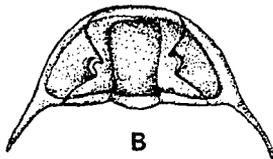
CORYNEXOCHIDA

b) Con otras características

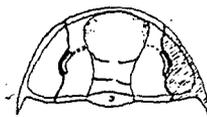
5



A



B



C

5 (4b)

a) Terminación aguda de las pleuras

6

b) Terminación roma de las pleuras

7

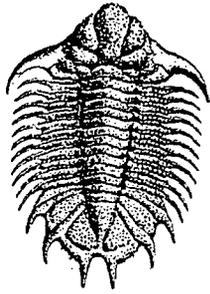
6 (5a)

a) Glabella amplia, a veces con lóbulos laterales unidos. Pigidio grande (a veces macropigio) con 3 pares de pleuras en forma de hojas de cuchillo (Fig. A)

LICHIDA

b) Trilobites muy espinosos. Glabella con tres pares de lóbulos laterales, 8 a 10 segmentos somáticos. Pigidio corto y espinoso (Fig. B)

ODONTOPLEURIDA



A



B

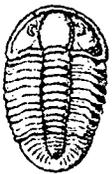
7 (5b)

a) Trilobites isopigios, pigidio atravesado por surcos transversales. Glabela grande y abultada, normalmente con espinas genales. (Figs. A-E)

PROETIDA

b) Variadas características. Glabela con 3 o 4 surcos laterales. Algunas formas ciegas (sin ojos). Las crestas oculares, cuando las hay, son muy evidentes. Generalmente son isopigios. Algunas formas con un gran cefalón y espinas genales tan o más largas que el soma (Figs. F-J)

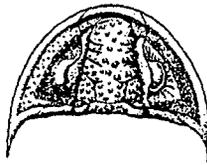
PTYCHOPARIDA



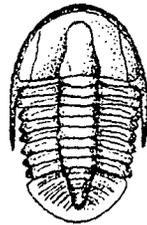
A



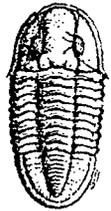
B



C



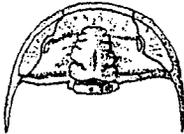
D



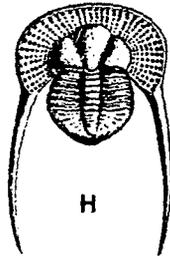
E



F



G



H



I



J

VERTEBRADOS FOSILES

INTRODUCCION

Los vertebrados son animales que se caracterizan por la presencia de una columna vertebral en estado adulto y un esqueleto interno, ya sea cartilaginoso u óseo. En conjunto forman el subphylum vertebrata, y junto con algunos organismos afines como el anfibio, forman el phylum Chordata.

Según los paleontólogos, la historia de la evolución de los vertebrados comenzó en los mares del período Cámbrico, cuando algunos seres sin mandíbulas ni dientes, de cuerpo blando y similares a peces pululaban por el agua sorbiendo microscópicas partículas nutritivas. Pero solo más adelante, cuando apareció el resistente material óseo (primero en los revestimientos externos escamosos y finalmente en el interior del organismo), fue posible que se formaran fósiles y se conservaran en las rocas. Sólo a partir de entonces pueden los hombres de ciencia reconstruir la historia con cierto grado de certeza.

Tipos de dentadura en tetrápodos

Los vertebrados tetrápodos tienen principalmente dos tipos de dentadura: homodóntica y heterodóntica. Los homodónticos poseen sólo un tipo de dientes, que por lo general son cónicos simplemente. Los reptiles son un ejemplo de estos. Los heterodónticos en cambio, tienen diferenciación entre sus piezas dentales, ya que podemos encontrar incisivos, caninos, premolares y molares (En ocasiones falta alguno de estos elementos). La heterodoncia es una característica exclusiva de los mamíferos.

Tipos de cráneo en reptiles

Los reptiles son un grupo muy importante para la paleontología, ya que han dejado un rico registro fósil. Una de las características más importantes para determinar taxonómicamente a los reptiles es el tipo de cráneo. Existen cuatro tipos de cráneo, anápsido, diápsido, euriápsido y sinápsido, de los cuales los dos últimos son característicos de organismos extintos.

Fórmulas dentarias

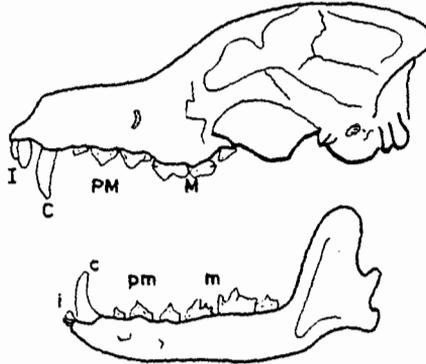
Una fórmula dentaria nos indica la cantidad, disposición y otras características de las piezas dentales y es una excelente herramienta en la determinación taxonómica de los mamíferos. Se expresa a manera de fracciones. Los numeradores nos indican la cantidad de piezas dentarias de la mandíbula superior y los denominadores la de la mandíbula inferior. Se toma en cuenta sólo uno de los lados de cada mandíbula, de esta forma sólo se expresará la mitad del número total de piezas por mandíbula. Las

literales indican el tipo de diente por cada fracción, representandose de la manera siguiente:

- i incisivos
- c caninos
- p premolares
- m molares

Por ejemplo, la fórmula dentaria del humano es:

i 2/2 c 1/1 p 2/2 m 3/3



I $\frac{3}{3}$ C $\frac{1}{1}$ PM $\frac{4}{4}$ M $\frac{2}{3}$

Ejemplo de una fórmula dentaria

OBJETIVO(S):

- * Hacer un estudio morfológico de un esqueleto de pez fósil.
- * Conocer la diferencia entre una dentadura homodóntica y una heterodóntica.
- * Determinar el tipo de cráneo de los ejemplares de reptiles utilizando una clave.
- * Elaborar la fórmula dentaria de los ejemplares de mamíferos y entender la importancia de la misma para la paleontología.

GLOSARIO

Tetrápodo, cónico,

MATERIAL

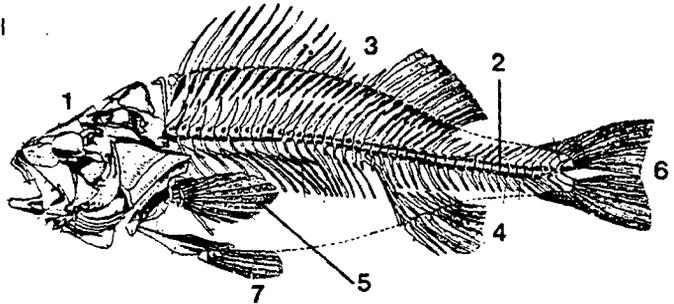
Ejemplares de peces fósiles, cráneos de reptiles (fósiles o actuales), cráneos de mamíferos (fósiles o actuales). Microscopio estereoscópico, lupas, vernier.

ACTIVIDADES

PECES

1. Observar el ejemplar de pez con una lupa o un microscopio estereoscópico. Ubicar en el ejemplar las siguientes partes:

1. Cráneo
2. Columna vertebral
3. Aleta dorsal
4. Aleta anal
5. Aleta pectoral
6. Aleta caudal
7. Aleta pélvica



2. Elaborar un diagrama del ejemplar. Indicar en él lo siguiente:
Longitud total
Longitud de la columna vertebral
Número de vértebras
Número de radios en cada aleta

3. Observar detenidamente el sedimento bajo el esqueleto del pez. Buscar probables impresiones que hayan dejado las escamas del ejemplar. Si se encuentran dibujar la forma de éstas al lado del diagrama del pez y determinar el tipo de las mismas.

DETERMINACIÓN DEL TIPO DE DENTADURA EN TETRAPODOS

Observar los cráneos y determinar cuáles son homodónticos y cuáles son heterodónticos. Si es posible, otorgar un rango taxonómico a los ejemplares tomando en cuenta esta característica.

DETERMINACION DEL TIPO DE CRANEO EN REPTILES

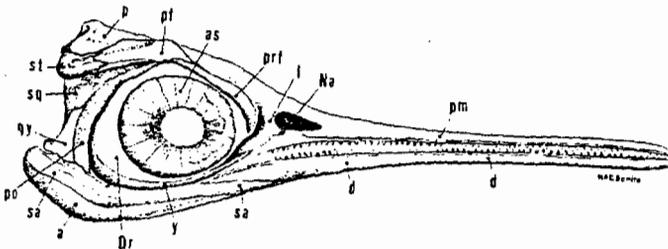
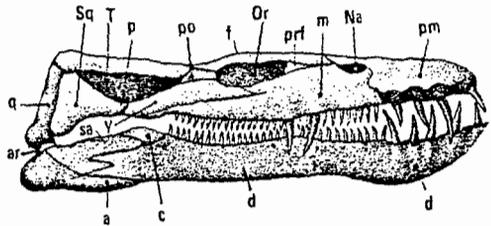
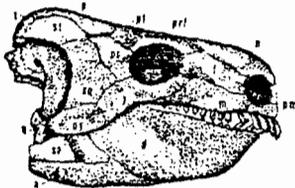
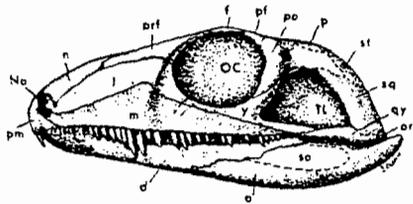
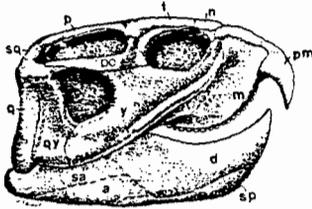
Observar los cráneos de reptiles y determinar de que tipo son, utilizando la clave correspondiente. Si se tienen dificultades con la determinación o ubicación de los huesos craneales, se pueden consultar textos de anatomía comparada, anatomía de reptiles, etc.

ELABORACION DE FORMULAS DENTARIAS

Elaborar la fórmula dentaria de los ejemplares de heterodontos que se proporcionaron. Como ejemplo se muestra la fórmula dentaria de un carnívoro.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. ¿Por que crees que el registro fósil de los vertebrados es más completo y continuo que el de los invertebrados?
2. ¿Que importancia tiene el conocer el número de radios de las aletas y el tipo de escama de un pez fósil?
3. Con la ayuda de la clave correspondiente, determina el tipo de cráneo de los siguientes reptiles fósiles



LITERATURA RECOMENDADA:

Alvarez del Villar, J. 1977. **Los cordados: origen, evolución y hábitos de los vertebrados**. Compañía Editorial Continental S.A. México.

Black, R.M. 1976. **Elementos de Paleontología**. Fondo de Cultura Económica. México.

Dixon, D., B. Cox, R.J.G. Savege y B. Gardiner. 1988. **Enciclopedia de Dinosaurios y Animales Prehistóricos**. Plaza & Janes. Barcelona, España.

Meléndez, B. 1986. **Paleontología: vertebrados: peces, anfibios, reptiles y aves**. Editorial Paraninfo. Madrid, España.

Meléndez, B. 1995. **Paleontología: Mamíferos**. Volumen I y II. Editorial Paraninfo. Madrid, España.

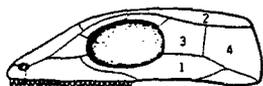
Romer, A.S. y T.S. Parsons. 1981. **Anatomía Comparada**. Editorial Interamericana. México.

Schindewolf, O.H. 1993. **Basic Questions in Paleontology**. University of Chicago Press. Chicago, USA.

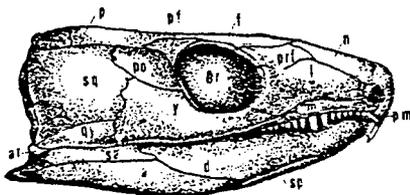
Turek, V., J. Marek y J. Benes. 1989. **La Gran Enciclopedia de los Fósiles**. Susaeta, S.A. Praga, Checoslovaquia.

CLAVE DE DETERMINACION PARA LOS TIPOS DE CRANEO DE REPTILES

- 1 a) Sin orificio temporal o postorbital (detrás de la cavidad ocular u orbital) (Figs. A-B) ANAPSIDO
 b) Con uno o dos orificios temporales 2

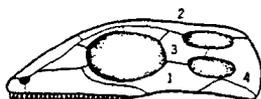


A

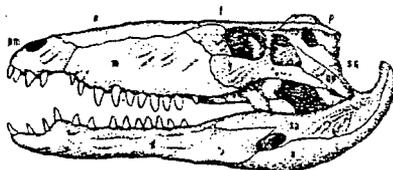


B

- 2 (1b) a) Con dos orificios temporales (Figs. A-B) DIAPSIDO
 b) Con un orificio temporal 3

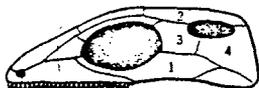


A



B

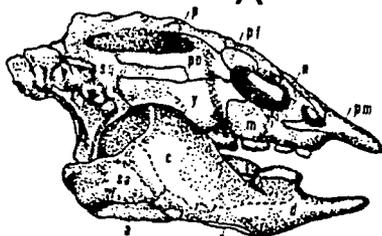
- 3 (2b) a) Con un orificio temporal ubicado sobre el posorbital y el escamoso y bajo el parietal (organismos extintos) (Figs. A-B) EURIAPSIDO
 b) Con un orificio ubicado bajo o al lado del posorbital y el escamoso y sobre el yugal (organismos extintos) (Figs. C-D) SINAPSIDO



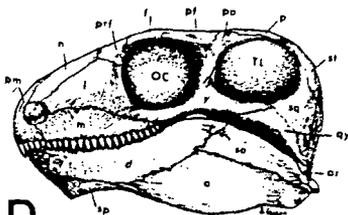
A



C



B



D

A N E X O

COLECTA, PREPARACION Y PRESERVACION DE MATERIAL PALEONTOLOGICO

COLECTA DE LOS FOSILES

La actividad de coleccionar fósiles, dentro del trabajo paleontológico, es importante, y debe realizarse con el máximo cuidado ya que de las precauciones tomadas, depende el éxito y la precisión de los estudios que posteriormente se lleven a cabo.

Actualmente se tiende a que la colecta sea lo más amplia posible, procurando eliminar la antigua tendencia de recoger tan solo "fósiles de museo", es decir, los mejores. Realizando, siempre que las circunstancias lo permitan, una colecta azarosa de fósiles buenos y malos, enteros y fragmentarios; capa por capa, y sin seleccionar ningún estrato determinado de la formación geológica. Así se obtiene una documentación paleontológica mucho más real que permite la realización de estudios cuantitativos y biométricos, pudiendo entonces llevar a cabo una estadística lo más precisa posible sobre la asociación faunística. Comparando los resultados numéricos de cada estrato se llega a conclusiones sobre cambios de facies, variaciones en la profundidad del mar, evolución del clima, variaciones de fauna, etc.

MATERIAL

- Mapas geológicos y topográficos
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Martillo geológico
- Cinceles
- Navaja de campo
- Brocha de 1 pulgada
- Pinceles de pelo fino
- Cinta métrica
- Cordón
- Lupa
- Goma laca
- Pegamento con base de agua
- Papel periódico
- Papel de China
- Cajas
- Bolsas de plástico y/o manta

NOTA: Algunos materiales pueden variar de acuerdo al tipo de fósiles a coleccionar.

ELECCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

Una forma fácil de localizar los tipos de roca que hay en una región es por medio de un mapa geológico, que muestra información sobre los tipos de suelos, rasgos geológicos y edades relativas de los terrenos.

Entre los mejores lugares para coleccionar fósiles se encuentran las canteras de explotación, los desmontes de las canteras o del ferrocarril, en las excavaciones de las construcciones de puentes o edificios y en general, siempre que la roca aflora naturalmente y sus estratos sean accesibles, de preferencia los sitios en que ésta haya estado expuesta durante mucho tiempo a la intemperie; así los ejemplares suelen aparecer en relieves y se desprenden con mayor facilidad. Por esta razón los fósiles deben buscarse en los barrancos, en los escarpes naturales donde afloran los estratos, inspeccionando de preferencia los niveles de margas y calizas, donde con mayor frecuencia se encuentran éstos.

Las sedimentarias son las rocas ideales para encontrar fósiles. En rocas sedimentarias de origen marino o lacustre se encuentran abundantes fósiles, pues los sedimentos que formaron estas rocas se depositaron bajo condiciones favorables para la conservación de los organismos.

Las calizas se encuentran entre las rocas más fosilíferas y de ellas se pueden recuperar con mayor facilidad los fósiles. En las dolomitas rara vez se encuentran fósiles, y cuando se presentan, su estado de conservación es pobre. En el carbón por lo regular se encuentran plantas fósiles bastante bien conservadas.

Los conglomerados o brechas rara vez contienen abundantes fósiles y cuando los tienen se encuentran muy fragmentados. Las areniscas y el aluvión frecuentemente contienen gran número de fósiles, puesto que son rocas que se depositaron en ambientes en donde abundaban los organismos. Las lutitas y pizarras son rocas de textura muy fina y con abundante contenido fosilífero, aunque tienen poca consistencia, debido a esto hay que tomar precauciones en el momento de extraer fósiles.

Generalmente en las rocas ígneas es poco probable encontrar fósiles debido a que las condiciones en que se originaron estas rocas no son propicias para la formación y conservación de restos fósiles.

Las rocas metamórficas, pueden contener fósiles, si el metamorfismo sufrido no ha sido demasiado intenso (rocas de la zona cercana a la superficie), pues en caso contrario, la reestructuración de la roca y la formación de minerales nuevos, destruye por completo los fósiles que pudiesen haber tenido. Las pizarras verdes (en las que ha empezado a formarse clorita) pueden contener fósiles, o por lo menos, impresiones; lo mismo ocurre con los mármoles que no están muy recristalizados. En cambio, las pizarras metamórficas, los cipolinos y los gneis no contienen fósiles.

Los mencionados son algunos ejemplos de las rocas en donde se puede esperar encontrar fósiles; existen algunas otras.

REGISTRO DE DATOS

Antes de iniciar la colecta en el área elegida se debe señalar su localización geográfica, poniendo marcas en el lugar registrando su ubicación con brújula y anotando las coordenadas en un mapa señalando la localización precisa del lugar y en donde se registren datos como: la cercanía de cerros o montañas, ríos, lagos o arroyos, la proximidad de un poblado, e incluso el tipo de vegetación presente en el área, tratando de incluir todos los detalles que caractericen la zona y que permitan a otros colectores encontrar fácilmente el lugar.

Además de la localización, se debe registrar la edad geológica de las rocas usando el mapa geológico como referencia, y caracteres geológicos tales como: formación, nivel, asociación de fósiles, posición de los mismos, espesor del estrato, así como la fecha y nombre del colector.

METODOS DE COLECTA

Cuando se haya localizado el sitio de colecta, debe examinarse detalla y cuidadosamente el terreno para que no se pase por alto ninguna evidencia fósil; éstas pueden ser conchas, huesos o fragmentos de roca con impresiones de hojas o cualquier otro resto de material o evidencia orgánica.

Los fósiles van a encontrarse sobre todo en las superficies de estratificación; también suelen encontrarse buenos ejemplares en el interior de los nódulos que fácilmente se rompen con un golpe de martillo. Esto puede servir de guía para encontrar un yacimiento, pero es absolutamente necesario localizar el afloramiento del estrato que contiene fósiles, para lo cual se llevará a cabo un reconocimiento más detallado del lugar donde se encuentren los fósiles sueltos.

El método de extracción depende de las características del yacimiento y de la naturaleza del fósil.

Extracción de pequeños fósiles

Cuando se trate de pequeños invertebrados, impresiones de vegetales o animales, moldes y rellenos, pequeños esqueletos de vertebrados, insectos, etc., se deberá proceder de la siguiente forma.

Cuando el fósil se encuentre incluído en roca dura será necesario golpear alrededor de éste usando un martillo y un cincel. Para elegir el cincel más adecuado se puede comenzar utilizando los de calibre más delgado para la actividad antes

mencionada. Si resulta insuficiente, entonces se sustituye por uno de calibre más grueso y así sucesivamente, hasta que sea posible trabajar con soltura sin dañar al fósil. Los golpes deben ser suaves pero firmes, procurando que el trozo de roca en que esté incluido el ejemplar sea mayor que éste. El exceso de roca se eliminará posteriormente en el laboratorio, o será utilizado como soporte natural al montar el fósil de manera definitiva. Nunca se debe tratar de eliminar el exceso de roca en el campo, pues se corre el riesgo de romper el fósil.

Muchas veces los fósiles están firmemente incluidos, lo que hace imposible sacarlos de una sola pieza; cuando esto sucede, las piezas se envuelven juntas en papel periódico y se ponen dentro de una bolsa para posteriormente armarlas.

Quando el fósil se encuentre constituido por material muy fragil, puede cubrirse la superficie con una película delgada de goma laca para darle firmeza.

Los ejemplares deben envolverse por separado en papel periódico y todos los que procedan de un mismo nivel estratigráfico deberán empaquetarse en una bolsa con una etiqueta numerada. Los fósiles han de marcarse con el mismo número que corresponde a la etiqueta de su bolsa. Se colocan en cajas y se transportan al laboratorio para su preparación.

Extracción de grandes fósiles

Quando se trata de fósiles de gran tamaño, especialmente en los yacimientos de vertebrados, suele ser necesario realizar trabajos auxiliares de cierta consideración, para ponerlos al descubierto y extraerlos del yacimiento en buenas condiciones. Antes de proceder a la extracción, es necesario tener algunas precauciones que permitan la posterior reconstrucción del esqueleto completo, conservando la disposición que tenían en el yacimiento. Con este fin se traza un mapa cuadrículado en donde se dibuja la posición y disposición de cada pieza del esqueleto. Tal cuadrículado se realiza sobre el yacimiento utilizando cuerdas. También es de gran utilidad tomar fotografías de la disposición original (ver figura 1).

Una vez ubicada la disposición del esqueleto se procederá a la extracción de piezas, para lo cual es conveniente comenzar por eliminar la sobrecarga,

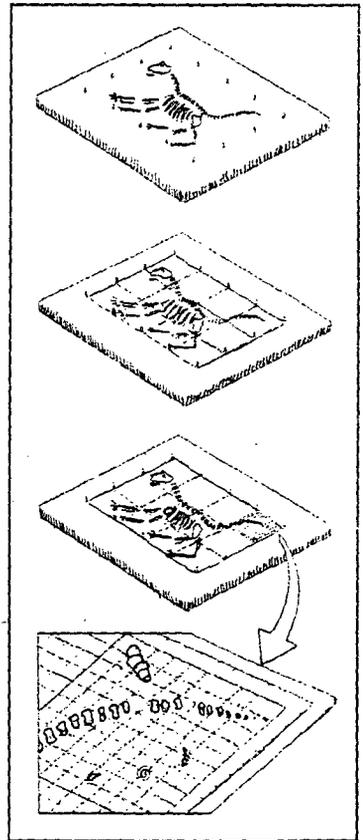


Figura 1

y a medida que se va descubriendo, ir barnizando de goma laca las partes visibles. Luego se procede a aislarlo por los costados, de manera que los restos descansen sobre un pedestal de sedimentos; se cubren primero con papel periódico y después con tiras de manta de cielo (vendajes) previamente impregnadas con yeso. Se deja secar completamente y por último se procede a separar los restos del pedestal, de esta forma se puede hacer el traslado con la confianza de que no se fracturará el fósil.

Extracción de material micropaleontológico

Si lo que nos interesa son microfósiles la colecta debe hacerse de preferencia en rocas poco consolidadas o sedimentos sueltos (ejemplo: margas, lutitas, areniscas, turbas, etc.), en donde medio kilogramo de muestra será suficiente.

Para la colecta y transporte de estas muestras (y en general, de toda clase de fósiles pequeños) son muy útiles las bolsas de plástico, en cuyo interior se coloca la correspondiente etiqueta, que puede leerse sin necesidad de abrir la bolsa.

PREPARACION DE FOSILES EN EL LABORATORIO

Las muestras deberán ser sometidas a tratamientos de limpieza y montaje, lo que nos permitirá mantener nuestras muestras en buenas condiciones y que puedan ser incorporadas a una colección paleontológica.

Existe una variedad de métodos de limpieza de fósiles, de los cuales solo se mencionarán los más importantes. Tales métodos se pueden agrupar en dos tipos: los mecánicos y los químicos. Después de la descripción de los dos tipos de preparación se proporciona información adicional que nos puede ayudar a elegir el mejor método para la muestra que nos dispongamos a tratar.

METODOS MECANICOS

Una vez en el laboratorio, se suprimirá la mayor parte del material que posee el fósil, por innecesario; esto se consigue por lo general dando golpes bien dirigidos, ya sea directamente con un martillo o con un cincel a cierta distancia del mismo, arrancando pequeños fragmentos de roca; la superficie del fósil va quedando libre progresivamente sin que la herramienta lo raye.

Nunca debe aplicarse la herramienta directamente sobre la superficie del fósil (a menos que este sea muy duro); como en el caso de los fósiles silíceos o piritosos).

Para la preparación de un ejemplar mediante cinceles es conveniente colocarlos sobre un saco lleno de arena o material blando, para que tenga una base de sustentación y para amortiguar los golpes del martillo y evitar la fractura del fósil (figura 2).

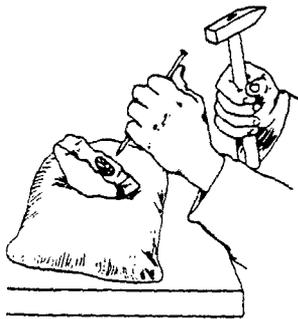


Figura 2

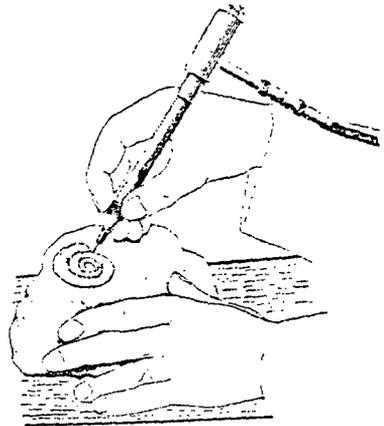


Figura 3

Para dar un acabado más fino, en donde se quiera limpiar por completo la superficie del fósil se realizará con cinces más finos. Cuando la roca no sea muy dura se emplearán agujas o cinces con mango de madera o caucho, que permitan prescindir del martillo. Se recomienda el uso de cinces y agujas artísticos, utilizados generalmente en la elaboración de pequeñas esculturas. También es común el empleo de taladros odontológicos para liberar el fósil de la roca de una manera más fina (figura 3).

El empleo de un cepillo (que puede ser de diferente dureza), es muy útil en estos casos para limpiar la superficie de los fósiles bajo el chorro del agua, teniendo cuidado de ejercer demasiada fricción que deteriore la superficie que se trata de limpiar y borre los detalles anatómicos importantes.

La muestra que se trabaja debe estar sujeta a un objeto resistente y que a la vez permita colocarla en la posición más apropiada, por ejemplo, una prensa de hierro o madera. Cuando un fósil asoma en la superficie de la roca, se empieza a labrar alrededor de él un surco que se va ampliando con un cincel muy aguzado y con pequeños golpes hasta obtener el fósil (figura 4).

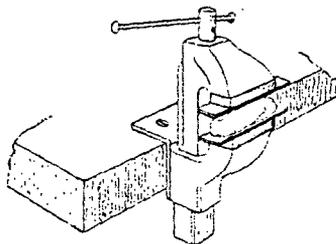


Figura 4

Cuando se sospecha que una roca encierra fósiles, lo mejor es usar un cincel grueso de punta ojival que abre las rocas sin deterioro y sin peligro de proyección de fragmentos.

Cuando se trata de fragmentos muy pequeños, deben utilizarse herramientas más finas, y tener la precaución de colocar bajo la roca un trozo de paño oscuro o negro en el que se destaquen mejor los pequeños fragmentos. Sirviendo además como un amortiguador de golpes; pueden aislarse por este método pequeños braquiópodos de 2 a 3 cm de diámetro.

Cuando el resto orgánico se ha destruido dejando solamente su huella o impresión sobre la roca se aconseja rellenar el hueco para obtener un molde interno que permita hacer más fácil su estudio. Basta después disolver la roca calcárea en agua acidulada para conservar con toda limpieza el molde obtenido.

Se acostumbra que cuando se tienen rocas duras, bien consolidadas que contienen gran cantidad de fósiles pequeños, se haga un corte fino en una de las caras de la roca con una sierra y posteriormente se pula la superficie, de esta forma se pueden apreciar mejor los detalles y según convenga se practiquen cortes longitudinales, transversales u oblicuos que permiten ver distintos ángulos de un mismo objeto, para observarse posteriormente bajo el microscopio. A este método se le denomina de secciones o cortes delgados.

Por último, se mencionará, el método de moldes, vaciados y reproducción de fósiles. Cuando sólo se ha conservado en un fósil su huella o su molde externo es necesario obtener un molde o vaciado del mismo, que nos revele sus características. Otras veces, lo que interesa es precisamente obtener un molde interno del fósil, para poder estudiar cómodamente la anatomía interna, que no es visible al exterior, como en el caso de los moldes endocraneales de los vertebrados, o los moldes internos de las conchas de amonites que muestran la disposición de las suturas de los tabiques.

Para la obtención de vaciados y moldes internos de fósiles se utiliza generalmente yeso, pero en ocasiones es preferible emplear un material más flexible, por ejemplo: cera, látex o ciertos materiales plásticos de uso común en odontología (alginatos) que permite obtener contornos difíciles, por lo complicado de la superficie que se desea reproducir.

Se pueden utilizar diferentes clases de escayola, según convenga al tipo de trabajo que se va a realizar: normal, de fraguado rápido, escayola soluble que se desprende fácilmente en agua después de utilizada (especialmente indicada para reproducciones de fósiles con estructura muy complicada), y escayola "piedra", muy dura, que se utiliza para obtener moldes o reproducciones que pueden conservarse por tiempo indefinido.

Cuando se trata de fósiles únicos o muy raros, es frecuente obtener reproducciones en escayola, que permitirán su estudio e incorporación a colecciones

y museos, a donde de otra manera no podrían llevarse.

Recientemente se han empezado a utilizar resinas sintéticas, a las que puede darse la coloración y la densidad adecuada, con las cuales se consiguen reproducciones de extraordinaria perfección, y de fácil manejo.

MÉTODOS QUÍMICOS

La preparación de los fósiles por métodos químicos se basa en el empleo de reactivos que ejercen una acción diferencial entre el fósil y la roca que los contiene, disolviendo esta última pero dejando intacto el fósil. En general se puede emplear, de acuerdo con la naturaleza de la roca, ácidos y álcalis.

Reactivos ácidos

Se utilizarán cuando la roca es de naturaleza calcárea y los fósiles silíceos, aunque también dan buenos resultados con fósiles de fosfato de calcio (huesos de vertebrados, o de corales calcáreos).

Se puede utilizar ácido clorhídrico diluido al 10% frío o caliente para separar calizas de fósiles silíceos, introduciendo la roca en un cristizador con el ácido y esperando un tiempo conveniente para que se disgregue la roca.

El ácido clorhídrico concentrado y frío se emplea comunmente para preparar los corales, porque forma sobre el fósil una capa de cloruro de calcio que le protege de la acción ulterior del ácido.

El ácido acético se utiliza de preferencia en la preparación de huesos y dientes de vertebrados, que por estar formados de fosfato cálcico no son afectados por la acción del ácido, el cual en cambio disuelve el carbonato de calcio. El método da buenos resultados para separar estos fósiles de calizas travertínicas y tobas donde con frecuencia se encuentran incluidos, colocando los ejemplares en un cristizador con ácido acético diluido al 10% y renovándolo con frecuencia: hay que tener cuidado, porque la acción prolongada dañará también los fósiles. Una vez retirado el ácido, hay que lavar con abundante agua para evitar que los restos del ácido a la larga destruyan los ejemplares.

El ácido carbónico tiene la ventaja de ser un ácido débil y se emplea para limpiar la superficie de los fósiles de calcita.

Este método sirve mejor que otros, para poner de manifiesto en la superficie de los fósiles determinadas estructuras que pasarían desapercibidas sin preparación previa.

El ácido fluorhídrico se emplea cuando la roca es de naturaleza silícea y los fósiles conservan en parte su naturaleza orgánica o carbonosa, como ocurre con los

graptolitos y restos de plantas, contenidos en pizarras. Se emplea fundamentalmente en palinología para eliminar el sílice que suele estar asociado a los sedimentos que contienen esporas y granos de polen; también se emplea para la separación de ciertos microfósiles como los quitinozoos y conodontos, incluidos en las lutitas.

Reactivos alcalinos

El carbonato de sodio, el hidróxido de sodio y el de potasio, tienen la propiedad de hinchar y disgregar la arcilla, por lo cual se emplea para preparar los fósiles formados por calcita o aragonita cuando están incluidos en una roca margosa o arcillosa.

Es suficiente con hervir los ejemplares en una solución de carbonato de sodio o de hidróxido de potasio al 10%, pero en algunas ocasiones es preferible recubrir la superficie del fósil con escamas de hidróxido de potasio y colocarlas en ambiente húmedo, con lo cual la potasa (que es muy delicuescente), al absorber la humedad forma una solución saturada que penetra en la arcilla desprendiéndola de la superficie del fósil.

Este método es muy eficaz para limpiar el interior de las conchas de moluscos, cálices de corales, el interior de los caparazones de equinodermos y las conchas de pelecípodos, si están cerradas y rellenas de marga.

No debe emplearse con las conchas de los braquiópodos, las cuales debido a su estructura laminar se desintegran al penetrar el hidróxido de sodio y potasio entre las láminas.

En la mayoría de los casos, para limpiar la superficie de los fósiles calcáreos basta frotarlos con un cepillo suave, utilizando un detergente cualquiera en solución que desprenda las pequeñas partículas de arcilla que puedan estar adheridas.

ELECCION DEL METODO DE PREPARACION DE LOS FOSILES

El método a seguir, en la preparación de fósiles, depende de la naturaleza de la roca en que estén incluidos, y de la composición del fósil. Siempre que las diferencias entre la composición química del fósil y de la roca, sean considerables, es aconsejable el empleo de métodos químicos, que dan como resultado una preparación más delicada y más rápida. En cambio, cuando estas diferencias no sean muy marcadas, debe procederse por métodos mecánicos, que son más lentos, pero no se corre peligro de que se destruya el fósil.

De la elección del método más adecuado depende la mayoría de las veces el éxito en la buena preparación de un fósil.

Los fósiles formados por calcita incluidos en rocas deleznable, tales como las

lutitas y pizarras arcillosas, se preparan bien por métodos mecánicos, sin tener que recurrir a métodos químicos; pero cuando la roca que contiene los fósiles calcáreos es más resistente, es conveniente emplear reactivos que disgreguen la roca, aunque luego se termine la preparación por métodos mecánicos.

En rocas margosas se emplean álcalis concentrados que los disgregan. En rocas calizas se utilizan ácidos que disuelven el carbonato de calcio, pero hay que tomar en cuenta las debidas precauciones para evitar que también se disuelva el fósil. Por ejemplo, en una toba caliza que contenga restos de vertebrados se empleará ácido acético comercial en frío (en lugar del ácido clorhídrico), que disuelva la caliza y apenas ataca a la calcita.

En rocas silíceas como pueden ser las pizarras arcillosas se emplea el ácido fluorhídrico, que no ataca a los restos orgánicos que conservan en parte la materia original (quitina, cutículas vegetales, materia carbonosa, etc.).

Los fósiles silíceos contenidos en rocas calizas se preparan con ácido clorhídrico o nítrico, que disuelven la roca y no atacan al fósil, el cual queda completamente limpio.

Cabe mencionar, como punto importante, que después de tratado un fósil con cualquier reactivo químico, es necesario lavarlo abundantemente con agua y neutralizar los residuos que en él pudieran quedar de ácidos y álcalis, para evitar que con el tiempo pueda deteriorarse por efecto de los mismos productos químicos utilizados en su preparación. Además es indispensable el uso de guantes de goma, que protejan las manos de la acción de los ácidos enérgicos y álcalis que podrían producir quemaduras. Cuando se empleen ácidos enérgicos (fluorhídrico, nítrico, etc.), es importante trabajar bajo una campana de extracción.

MONTAJE Y CONSERVACION

Como todos los métodos antes descritos, el montaje y la conservación de un determinado fósil, depende de su propia naturaleza. La forma en que se monte el fósil también es un aspecto muy importante a considerar, debido a que de esto depende la libertad con la que podamos manipularlo en el futuro.

Los grandes fósiles, en general, no presentan problemas en su conservación, debido a que su composición es muy parecida a la de las rocas y a lo sumo será necesario protegerlo con una delgada capa de laca o resina sintética. Generalmente este tipo de fósiles no requieren ningún montaje, sólo se guardan en cajas resistentes con su etiqueta correspondiente. La única excepción la representan los ejemplares que serán exhibidos en los museos, los cuales son montados tratando de representar las posturas naturales de los organismos del pasado.

Para los fósiles pequeños existen dos tratamientos diferentes. Los fósiles que tengan cierto volumen y que no necesiten estar unidos al sustrato para mantener su

integridad (como los amonites, algunos bivalvos, huesos pequeños, etc.) pueden ser incluidos en las colecciones sin necesidad de tratárseles con algún método de conservación. Tampoco es necesario montarlos sobre plataformas, sólo se guardan en cajas que los conserven secos y protegidos.

Los fósiles que estén firmemente incluidos en el sedimento (como pequeños esqueletos, impresiones de insecto, de hojas, etc.) necesitarán una capa protectora que evite su erosión. Por lo general se les aplican una o varias capas de resina sintética o de goma laca. También es necesario montarlos sobre plataformas para que el sedimento donde están incluidos no se desmorone. Se procura que la plataforma no sea muy grande, para que el ejemplar sea fácilmente manejable a la hora de hacerle observaciones posteriores.

ETIQUETADO

Todo ejemplar de una colección paleontológica formal deberá ir acompañado de sus respectivos datos. En general, cualquier información sobre el fósil es valiosa y se anota como observación en la etiqueta. Los datos que no deben faltar en cualquier ejemplar son:

- Nombre científico o taxón al que pertenece
- Edad aproximada (absoluta o relativa)
- Número dentro de la colección
- Lugar de colecta
- Colector y número de colecta
- Fecha de colecta
- Determinador
- Observaciones de campo y/o laboratorio

MICROPALEONTOLOGIA

El estudio micropaleontológico de sedimentos y rocas, requiere técnicas especiales, conducentes a la separación de los microfósiles de la roca que los contiene, al montaje de preparaciones microscópicas, a su almacenaje y estudio al microscopio.

SEPARACION DE MICROFOSILES DE LA ROCA

Al igual que para los macrofósiles, existen para los microfósiles métodos tanto mecánicos como químicos que nos ayuden a separar las muestras buscadas de su matriz rocosa.

METODOS MECANICOS

Después de que la muestra ha sido colectada, es necesario usar un tratamiento especial para la obtención de los microfósiles.

El primer paso consiste en secar la muestra a temperatura ambiente o si se quiere acelerar el proceso se puede usar un horno a 100 ó 150°C por espacio de 15 a 30 minutos (dependiendo la humedad que contenga la muestra). El siguiente paso es triturar o disgregar la roca de tal forma que los microfósiles se separen de la roca matriz (si se trata de sedimento suelto este paso se omite). Se puede usar un mortero para este caso.

Una vez disociada la roca, se procede a separar los fósiles del residuo mineral, lavando cuidadosamente la muestra en agua corriente para eliminar solamente la arcilla. Luego se separan los granos minerales, aprovechando las diferentes densidades.

El empleo de tamices de 15, 30 y 45 micras de luz de malla, colocados en serie, tiene la ventaja de seleccionar la muestra por tamaños, con lo cual los microfósiles se concentran en los tamices intermedios, con menor cantidad de granos minerales (los cuales quedan retenidos en otros tamices) (figura 5).

Este método precisa de menos manipulaciones y es más rápido. Posteriormente, se procede a secar el sedimento ya lavado, donde están los microfósiles, y se separan de los granos minerales empleando un líquido de densidad adecuada (generalmente tetracloruro de carbono o bromoformo), en el que flotan la mayor parte de los fósiles (principalmente foraminíferos).

Se puede colocar el líquido pesado en un cristalizador, espolvoreando encima la muestra, de forma que los microfósiles queden sobrenadando. También puede utilizarse un recipiente provisto de una llave de paso que permite separar cómodamente la fracción más densa de los microfósiles que sobrenadan, los cuales se separan del líquido filtrándose por un tamiz suficientemente cerrado. Si se investiga la fracción silícea, hay que contar con la posible presencia de microfósiles en el sedimento (figura 6).

Cuando no se dispone de este tipo de sustancias, la búsqueda de microfósiles se puede realizar manualmente, revisando toda la muestra bajo un microscopio estereoscópico, ayudándose con una aguja de disección. Para sacar los microfósiles sin dañarlos se usa un pincel de punta fina mojado en agua.



Figura 5

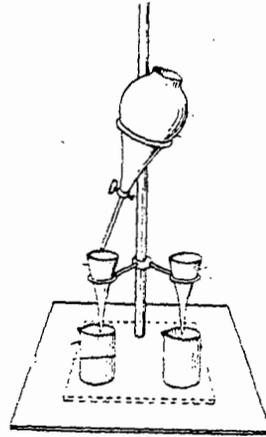


Figura 6

METODOS QUIMICOS

Cuando se recurre a métodos más enérgicos como el uso de álcalis o ácidos, debe tomarse en cuenta que el empleo de ácidos destruye los fósiles calcáreos, que son la mayoría, y que sólo se pueden separar los fósiles silíceos; en cambio si se emplean álcalis el resultado es contrario, se pierden los fósiles silíceos y sólo quedan los calcáreos. Por lo anterior, en toda muestra hay que separar una parte para obtener la fracción silícea (empleando ácidos), y otra parte para obtener la fracción calcárea (empleando KOH o NaOH concentrados y en caliente que disgregan las margas).

En micropaleontología, es común el empleo de soluciones de carbonato sódico, hidróxido de sodio o de potasio en caliente para disgregar las rocas arcillosas o margosas y separar los microfósiles silíceos que existen en las rocas; por ello es conveniente investigar por separado los microfósiles silíceos y calcáreos que puedan existir en la roca.

En la fracción silícea se tendrá: radiolarios, dinoflagelados, silicoflagelados, diatomeas, espículas de esponjas silíceas, esporas, granos de polen, embriáceas, crisomonadíneas, histicósferas, etc.

En la fracción calcárea se encontrarán: microforaminíferos, coccolitos, discoastéridos, espículas de esponjas calcáreas, escleritos de holoturoideos, ostrácodos, etc.

Con respecto a palinología, cuando se trata de separar esporas y granos de polen del carbón, hay que emplear un oxidante enérgico como por ejemplo agua oxigenada que elimine el carbón respetando las cutículas vegetales, proceso que se conoce con

el nombre de "maceración". Si la muestra es rica en sílice hay que continuar el tratamiento con ácido fluorhídrico. Todas estas operaciones deben realizarse bajo una campana de extracción.

MONTAJE DE MICROFOSILES

Una vez extraídos los microfósiles es conveniente montarlos en preparaciones microscópicas. Cuando son muy pequeños y siempre que su estudio se tenga que hacer por transparencia (como los radiolarios, diatomeas, ciertos foraminíferos, granos de polen, microsporas, etc.) se montan en bálamo de Canadá, por los métodos clásicos; pero cuando se trata de microfósiles de cierto tamaño (grandes foraminíferos, megasporas, etc), cuyo espesor no permite el montaje entre dos láminas de vidrio y además han de ser estudiados con luz incidente para apreciar los detalles de superficie, se colocan en un portaobjetos con un cartón horadado, sobre fondo negro o rojo oscuro, pegándolos en el fondo del orificio con una gota de pegamento transparente. Con este método se pueden también obtener preparaciones colectivas, utilizando cartones con varias perforaciones y cubriéndolas con un portaobjetos para que queden protegidas del polvo.

RIESGO DE CONTAMINACION

Durante la toma de muestras para estudios micropaleontológicos y en los procesos de preparación de microfósiles, hay que tener cuidado para evitar la contaminación de la muestra con microfósiles procedentes de otros niveles estratigráficos, o con los restos de los procesos de otras muestras anteriormente preparadas.

En el campo esta contaminación es frecuente en las muestras procedentes de sondeos, sobre todo cuando se trata de fragmentos de roca que salen mezclados con los lodos utilizados en perforación. En estos casos ninguna precaución debe omitirse, sobre todo cuando se busca determinar la edad geológica de una muestra, por la posible presencia de fósiles alóctonos.

En el laboratorio es preciso evitar la contaminación, limpiando escrupulosamente los recipientes que han sido utilizados con anterioridad.

**LITERATURA
SELECTA**

**LITERATURA SELECTA
PARA LA MATERIA DE PALEOBILOGIA
POR UNIDAD CONCEPTUAL**

A continuación se enlista una serie de artículos y capítulos de libros que el autor considera importante tomar en cuenta para un mejor aprovechamiento del curso de Paleobiología.

La literatura está ordenada de acuerdo al contenido programado propuesto en esta trabajo y se muestra agrupado por unidades conceptuales. Se trató, en la medida de lo posible, proponer textos que fuesen accesibles en nuestro medio, ya que por desgracia existen muy pocos textos especializados en ciencias biológicas y sobre todo, en las ciencias del pasado, que sean realmente alcanzables o accesibles a los estudiantes de ciencias. Por este motivo, una buena parte del material propuesto se puede encontrar en la Biblioteca Central del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.

NOTA: los textos cuya cita es mencionada a continuación y que sea precedida por un asterisco, se encuentran incluidos en una antología compilada por el autor, la cual se encontrará depositada para su consulta en la biblioteca antes mencionada.

UNIDAD I: INTRODUCCION

Meléndez, B. 1982. **Paleontología: parte general e invertebrados**. Editorial Paraninfo. España.

Capítulo I pp. 1-3.

* Capítulo II pp. 37-42.

* López R., E. 1993. **Geología General y de México**. Ed. Trillas, México.

Capítulo 7 pp. 48-50.

Capítulo 10 pp. 65-70.

Leet, L.D. y S. Judson. 1979. **Fundamentos de Geología Física**. Editorial Limusa. México.

Capítulo 8 pp. 105-124.

* Hernández L., D. 1991. **La escala del tiempo geológico, la deriva de los continentes y la tectónica de placas**. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

La escala del tiempo geológico pp. 7-21.

UNIDAD II: EL PROCESO DE FOSILIZACION Y LA TAFONOMIA

Meléndez, B. 1982. **Paleontología: parte general e invertebrados**. Editorial Paraninfo. España.

Capítulo I pp. 4-22.

* Capítulo I pp. 22- 36

Black, R.M. 1976. **Elementos de Paleontología**. Fondo de Cultura Económica. México.

Capítulos II y III pp. 11-23.

Durán, H., G. Gold y C. Taberner. 1988. **Atlas de Geología**. Edibook, S.A. España.

Fósiles y Fosilización pp. 66-75.

* López R., E. 1993. **Geología General y de México**. Ed. Trillas, México.

Capítulo 15 pp. 100-118.

UNIDAD III: PALEONTOLOGIA ESTRATIGRAFICA

* Skinner, B.J. 1992. **The Dynamic Earth: an introduction to physical geology**. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc. USA.

Capítulo 6 pp. 161-185.

Leet, L.D. y S. Judson. 1979. **Fundamentos de Geología Física**. Editorial Limusa. México.

Capítulo 9 pp. 125-137.

* Meléndez, B. 1982. **Paleontología: parte general e invertebrados**. Editorial Paraninfo. España.

Capítulo VI pp. 179-198.

López R., E. 1993. **Geología General y de México**. Ed. Trillas, México.

Capítulo 16 pp. 119-125.

Foster R. J. 1978. **General Geology**. Charles E. Merrill Publishing Company. Third Edititon. Ohio, USA.

Capítulo pp. 329-344.

UNIDAD IV: METODOS DE INVESTIGACION PALEONTOLOGICA

Meléndez, B. 1982. **Paleontología: parte general e invertebrados**. Editorial Paraninfo. España.

* Capítulo III pp. 49-60, 65-80.

Capítulo VII pp. 199-221.

* Paabo, S. 1993. Ancient DNA. **Scientific American**, 11:60-66.

Parker, S. and R.L. Bernor. 1990. **The Practical Paleontologist**. Simon & Schuster Inc. New York, USA.

Capítulos 3-6 pp. 38-93.

UNIDAD V: PALEOECOLOGIA

* Meléndez, B. 1982. **Paleontología: parte general e invertebrados**. Editorial Paraninfo. España.

Capítulo IV pp. 83-111, 115-134.

* Black, R.M. 1976. **Elementos de Paleontología**. Fondo de Cultura Económica. México.

Capítulos IV pp. 25-37.

* Beherensmayer, A.K., J.D. Damuth, W.A. DiMichelle, R. Potts, H.D. Sues y S.L. Wing (eds.). 1992. **Terrestrial Ecosystems through time: evolutionary paleoecology of terrestrial plants and animals**. Chicago press. USA.

Capítulo 1 pp. 1-13.

Capítulo 3 pp 139-180

* Erickson, J. 1992. **La Extinción de las Especies: evolución, causas y efectos**. Mc Graw Hill. Madrid, España.

Capítulo 5 pp. 79-95.

Alper, J. 1994. Earth's Near-Death Experience. **Earth** 1: 42-51.

Stanley, S.M. and X. Yang. 1994. A Double Mass Extinction at the End of the Paleozoic Era. **Science**, 266: 1340-1344.

UNIDAD VI: LA VIDA A TRAVES DEL TIEMPO

* Allegre, C. and S.H. Schneider. 1994. The Evolution of the Earth. **Scientific American** 11:44-51.

* S.J. Gould. 1994. The Evolution of Life on the Earth. **Scientific American** 10:63-69.

Taylor, T.N. and E.L. Taylor. 1993. **The Biology and Evolution of Fossil Plants**. Prentice-Hall, Inc. USA.

Capítulo 2 pp. 48-72

* Foster R. J. 1978. **General Geology**. Charles E. Merrill Publishing Company. Third Edititon. Ohio, USA.
Capítulo 20 pp. 398-405.
Capítulo 21 pp. 418-426.
Capítulo 22 pp. 441-452.
Capítulo 23 pp. 462-479.
Capítulo 24 pp. 494-509.

Dunbar, C.O. 1961. **Geología Histórica**. Compañía Editorial Continental, S.A. (CECSA). México.
Parte I Capítulo 6 pp. 102-132
Parte II Capítulos 7-13 pp. 134-320
Parte III Capítulos 14-16 pp. 322-410
Parte IV Capítulos 17-20 pp. 412-532

UNIDAD VII: PALEOBIOLOGIA Y BIOGEOGRAFIA

* Meléndez, B. 1982. **Paleontología: parte general e invertebrados**. Editorial Paraninfo. España.
Capítulo IV pp. 111-115.

* Hernández L., D. 1991. **La escala del tiempo geológico, la deriva de los continentes y la tectónica de placas**. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
La deriva de los continentes pp. 23-37.

Tarling, D. y M. Tarling. 1986. **Derivas Continentales**. Biblioteca de Divulgación Científica MUY Interesante. España.
Texto completo.

* Hallam, A. 1978. La Deriva Continental y el Registro Fósil. **Ecología, Evolución y Biología de Poblaciones**. Selección de Artículos del Scientific American. Editorial Omega. España. pp. 81-90.

* Kurtén, B. 1978. La Evolución y la Deriva Continental. **Ecología, Evolución y Biología de Poblaciones**. Selección de Artículos del Scientific American. Editorial Omega. España. pp. 91-100.

UNIDAD VIII: LA PALEOBIOLOGIA Y SU RELACION CON LA SISTEMATICA Y LA EVOLUCION

* Llorente B., J. e I. Luna V. (Compiladores). 1994. **Taxonomía Biológica**. Fondo de Cultura Económica/UNAM. México.
Capítulo IV pp. 65-82.

* Meléndez, B. 1982. **Paleontología: parte general e invertebrados**. Editorial Paraninfo. España.
Capítulo III pp. 60-65, 80-82.
Capítulo V pp. 135-178.

Schindewolf, O.H. 1993. **Basic Questions in Paleontology: Geologic Time, Organic Evolution, and Biological Systematics**. University of Chicago Press. USA.
Capítulo 4 pp. 375-426.

* Agustí, J. 1994. **La Evolución y sus Metáforas**. Tusquets Editores S.A. Barcelona, España.
Capítulo 4 pp. 52-61.

Strickberger, M.W. 1990. **Evolución**. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España.
Capítulo 19 pp. 395-430

Skelton, P. 1993. **Evolution: a biological and paleontological approach**. Addison Wesley Publishing Company. U.K.
Capítulo 10 pp. 445-509

Birdsell, J.B. 1986. **Evolución Humana: una introducción a la nueva antropología física**. Compañía Editorial Continental S.A. México.
Cuarta Parte, Capítulos 9-13 pp. 243-327.

Eldredge, N. y I. Tattersal. 1982. **Los mitos de la evolución humana**. Fondo de Cultura Económica, México. 244 pp.

UNIDAD IX: LA CIENCIA DEL PASADO HACIA EL FUTURO

* Muriá, J.M. (Director). 1980. **Historia de Jalisco, Tomo I: Desde tiempos prehistóricos hasta finales del siglo XVIII**. UNED, México.
Capítulo III pp. 71-86.
Capítulo IV pp. 87-110.

* Avila, N. 1993. **Dinosaurios en el Norte de México. Información Científica y Tecnológica 12:**

* Torres Martínez, A. y L.D. Agenbroad. 1994. **Mamíferos del Pleistoceno. Información Científica y Tecnológica 4:**

* Buffetaut, E. 1991. **Fósiles y Hombres**. Biblioteca de Divulgación Científica MUY Interesante. España.
Capítulo XVIII pp. 311-324.

CONCLUSIONES

La realización de presente trabajo permitió llegar a las siguientes conclusiones:

1. La paleobiología es una ciencia importante para los biólogos, debido a que proporciona herramientas útiles para otras disciplinas biológicas y para entender el pasado histórico de los fenómenos naturales del presente.

2. La paleobiología debe cursarse como una materia integrativa porque requiere elementos de otras muchas ciencias biológicas para su buen entendimiento.

3. Existe una falta de literatura especializada de esta disciplina en nuestro medio. Esto se debe, quizá, a que otras ciencias biológicas como la ecología, la botánica o la zoología tienen aplicaciones directas para el bienestar de la sociedad en general, mientras que las investigaciones paleobiológicas quedan muchas veces como investigación básica.

Sin embargo, este hecho no debe justificar esta falta de información, ya que la buena formación de profesionistas en ciencias biológicas requiere la accesibilidad a los bancos de información actualizada en todas las disciplinas biológicas.

4. Jalisco es un estado con gran potencial paleobiológico, ya que posee yacimientos fósiles importantes y relativamente poco estudiados. Entre los lugares conocidos se puede mencionar a la Ribera de Chapala, la Barranca de Santa Rosa, Ameca, Tecolotlán y el bosque de La Primavera, entre otros.

LITERATURA CITADA:

- Agousti, J. 1994. *La evolución y sus metáforas*. Tusquets Editores S.A. Barcelona, España.
- Alvarez del Villar, J. 1977. *Los Cordados: origen, evolución y hábitos de los vertebrados*. Compañía Editorial Continental, S. A. México.
- Arduini, P. and G. Teruzzi. 1994. *Prehistoric Atlas*. Blitz Editions. Italy.
- Auffenberg, W. 1974. *Problemas presentes acerca del Pasado*. Compañía Editorial Continental, S.A. (CECSA) y Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología, A.C. México.
- Avila M., A. y A. Gómez V. 1995. *Propuesta para la elaboración del programa de Biología I de la curricula del bachillerato general (S.E.M.S.-U.D.G.)*. Tesis licenciatura. División de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de Guadalajara.
- Barragán V., M.R. 1992. *Gufa de campo y laboratorio para prácticas de Paleontología*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México.
- Beherensmayer, A.K., J.D. Damuth, W.A. DiMichelle, R. Potts, H.D. Sues y S.L. Wing (eds.). 1992. *Terrestrial Ecosystems through time: evolutionary paleoecology of terrestrial plants and animals*. Chicago press. USA.
- Black, R.M. 1976. *Elementos de Paleontología*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Borror, D.J., C.A. Triplehorn and N.F. Johnson. 1989. *An Introduction to the Study of Insects*. Sixth Edition, Saunders College Publishing. USA.
- Buffetaut, E. 1993. *Fósiles y Hombres*. RBA Editores, S.A. Barcelona, España.
- Camacho, H. 1979. *Invertebrados fósiles*. Eudeba Manuales. Editorial Universitaria de Buenos Aires. Argentina.
- Cortéz C., A., C. Acevez C. y E. Sánchez S. 1992. *Apoyo bibliográfico para la cátedra de Entomología General, Cuarto Semestre*. Tesis Licenciatura. Facultad de Agronomía. Universidad de Guadalajara.
- Cruz-Reyna, S. de la, (compilador). 1994. *Ciencias de la Tierra Hoy*. Ediciones científicas universitarias, UNAM, México.
- Díaz V., I.Y. 1992. *Diseño de un manual de prácticas de laboratorio y de campo para la materia de Biología Animal II, en la licenciatura en Biología, basado en el programa de estudios de la Facultad de Ciencias Biológicas; Universidad de Guadalajara*. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara.
- Dixon, D., B. Cox, R.J.G. Savage y B. Gardiner. 1988. *Enciclopedia de dinosaurios y animales prehistóricos*. Plaza & Janes. Barcelona, España.
- Dunbar, C.O. 1961. *Geología Histórica*. Compañía Editorial Continental, S.A. (CECSA). México.
- Dunbar, C.O. y J. Rodgers. 1957. *Principios de Estratigrafía*. Compañía Editorial Continental, S.A. (CECSA). México.

- Erickson, J. 1990. **Las Edades del Hielo**. Ed. Mc Graw Hill. España.
- Erickson, J. 1992. **La Extinción de las Especies: evolución, causas y efectos**. Ed. Mc Graw Hill. España.
- Flores M., M.A., J.M. Rodríguez S., J. Martínez D. y H.J. González C. 1992. **Apoyo bibliográfico para la cátedra de Entomología General y Entomología Económica**. Tesis Licenciatura. Facultad de Agronomía. Universidad de Guadalajara.
- Foster, R.J. 1978. **General Geology**. Charles Merrill Publishing Company, USA.
- García C., R. e I.V. Aviña N. 1995. **Propuesta de un manual de prácticas de Farmacología Veterinaria**. Tesis Licenciatura. División de Ciencias Veterinarias, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara.
- Gaviño, G. 1994. **Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo**. Limusa-Noriega Editores. México.
- Gould, S.J. 1989. **Wonderful Life: the Burgess shale and the nature of history**. W.W. Norton and Company. USA.
- Hernández L., D. 1991. **La escala del tiempo geológico, la deriva continental y la tectónica de placas**. Universidad Autónoma Metropolitana. México D.F., México.
- Hernández S. J.I. y M. Díaz G. 1992. **Apoyo bibliográfico dinámico para la materia de Anatomía Vegetal**. Tesis Licenciatura. Facultad de Agronomía. Universidad de Guadalajara.
- Levi-Setti, R. 1993. **Trilobites**. Second Edition. University of Chicago Press. USA.
- Lewin, R. 1987. **La interpretación de los fósiles: una polémica búsqueda del origen del hombre**. Ed. Planeta, México.
- Llorente B., J. e I.Luna V. 1994. **Taxonomía Biológica**. Fondo de Cultura Económica/UNAM. México.
- López R., E. 1993. **Geología General y de México**. Ed. Trillas, México.
- López R., J.J. y E. de la Cruz C. 1991. **Fotosíntesis y prácticas sugeridas para mejorar el nivel de aprendizaje**. Tesis Licenciatura. Facultad de Agronomía. Universidad de Guadalajara.
- Madrigal O., P. 1995. **Diseño y elaboración del Manual de Prácticas para la asignatura de Reproducción II de la División de Ciencias Veterinarias**. Tesis Licenciatura. División de Ciencias Veterinarias. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara.
- Márquez, A.Z., A. Pérez R., R. González y O. Comas. 1992. **Manual de Prácticas: Laboratorio de Geología**. Universidad Autónoma Metropolitana. México D.F., México.
- Martínez N., A.J. y F.J. Jacobo P. 1995. **Programa para la Asignatura de Ecología del bachillerato general en la Universidad de Guadalajara**. Tesis Licenciatura. División de Ciencias Biológicas y Ambientales, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara.

- McGowan, C. 1993. *Dinosaurios y dragones de mar*. Grijalbo Comercial, S.A. Barcelona, España.
- Meléndez, B. 1982. *Paleontología. Tomo I: parte general e invertebrados*. Ed. Paraninfo. España.
- Meléndez, B. 1986. *Paleontología. Tomo II: vertebrados -peces, anfibios, reptiles y aves-*. Editorial Paraninfo. Madrid España.
- Méndez R., H. y A. Batalla Z. 1968. *Didáctica de las Ciencias Biológicas: Zoología*. Secretaría de Educación Pública, México.
- Michel S., J.D. 1986. *Diseño de Prácticas de Biología para educación media básica, aplicando el método científico*. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara.
- Moncayo G., L.G. 1986. *No sólo con gis y buenos deseos*. Ed. hexágono, México.
- Montgomery, C.W. 1992. *Environmental Geology*. Third Edition. Wm. C. Brown Publishers. USA.
- Muriá, J.M. (Director). 1980. *Historia de Jalisco Tomo I: desde los tiempos prehistóricos hasta finales del siglo XVIII*. UNED. México.
- Nava, A. 1993. *La inquieta superficie terrestre*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Norman, D. 1992. *Enciclopedia Ilustrada de los Dinosaurios*. Susaeta Editores S.A. Italia.
- Norman, D. 1993. *El Mundo de los Dinosaurios*. Ediciones del Prado. España.
- Parker, S. and R.L. Bernor. 1990. *The practical paleontologist*. Simon & Schuster Inc. New York, USA.
- Parker, S. 1992. *The Dawn of Man*. Quarto Publishing plc. New York, USA.
- Poinar, G. y R. Poinar. 1995. *En busca de vida en el Ambar*. Addison-Wesley Iberoamericana, S. A. Delaware, USA.
- Reader, J. 1991. *The Rise of Life: the first 3.5 billion years*. Crescent Books. New York, USA.
- Rodríguez C., J.M. 1987. *La Educación Superior de la Biología en México*. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Rodríguez R., J.M. 1995. *Propuesta para la elaboración del programa para la asignatura de Biología II, del bachillerato general de la Universidad de Guadalajara*. Tesis Licenciatura. División de Ciencias Biológicas y Ambientales, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara.
- Schindewolf, O.H. 1984. *Basic questions in Paleontology*. Chicago Press. USA.
- Selecciones del Readers Digest. 1973. *Atlas del Mundo Animal*. Selecciones del Readers Digest. México D.F., México.
- SEP 1992. *Guía para el Maestro: Biología, Primer grado*. Educación Secundaria. Secretaría de Educación Pública, México.

- Skelton, P. (Editor). 1993. *Evolution: a biological and paleontological approach*. Addison Wesley Publishing Company. United Kingdom.
- Skinner, B.J. 1992. *The Dynamic Earth: an introduction to physical geology*. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc. USA.
- Stewart, W.N. and G.W. Rothwell. 1993. *Paleobotany and the Evolution of Plants*. Second Edition. Cambridge University Press. USA.
- Strickberger, M.W. 1990. *Evolución*. Ediciones Omega S.A. Barcelona, España.
- Tarling, D. y M. Tarling. 1986. *Derivas Continentales*. Biblioteca de Divulgación Científica MUY Interesante. España.
- Taylor, P.D. 1992. *Los Fósiles*. Biblioteca Visual Altea. Madrid, España.
- Taylor, T.N. and E.L. Taylor. 1993. *The Biology and Evolution of Fossil Plants*. Prentice-Hall, Inc. USA.
- Templado, J. 1974. *Historia de las Teorías Evolucionistas*. Ed. ALHAMBRA, S.A. México.
- Trabulse, E. 1985. *Historia de la Ciencia en México*. Conacyt y FCE. México.
- Turek, V., J. Marek y J. Benes. 1989. *La Gran Enciclopedia de los Fósiles*. Susaeta, S.A. Praga, Checoslovaquia.
- UNAM. Programa de estudios de Paleobiología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- UNAM. Programa de estudios de Paleontología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- UNAM. 1972. *Manual de Didáctica General: Curso Introductorio*. Centro de didáctica, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- UNAM. 1992. *Atlas Nacional de México*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Vieto Ch., D.S. 1994. *Propuesta para la elaboración del manual de prácticas de la materia: Fisiología III*. Tesis Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Guadalajara.

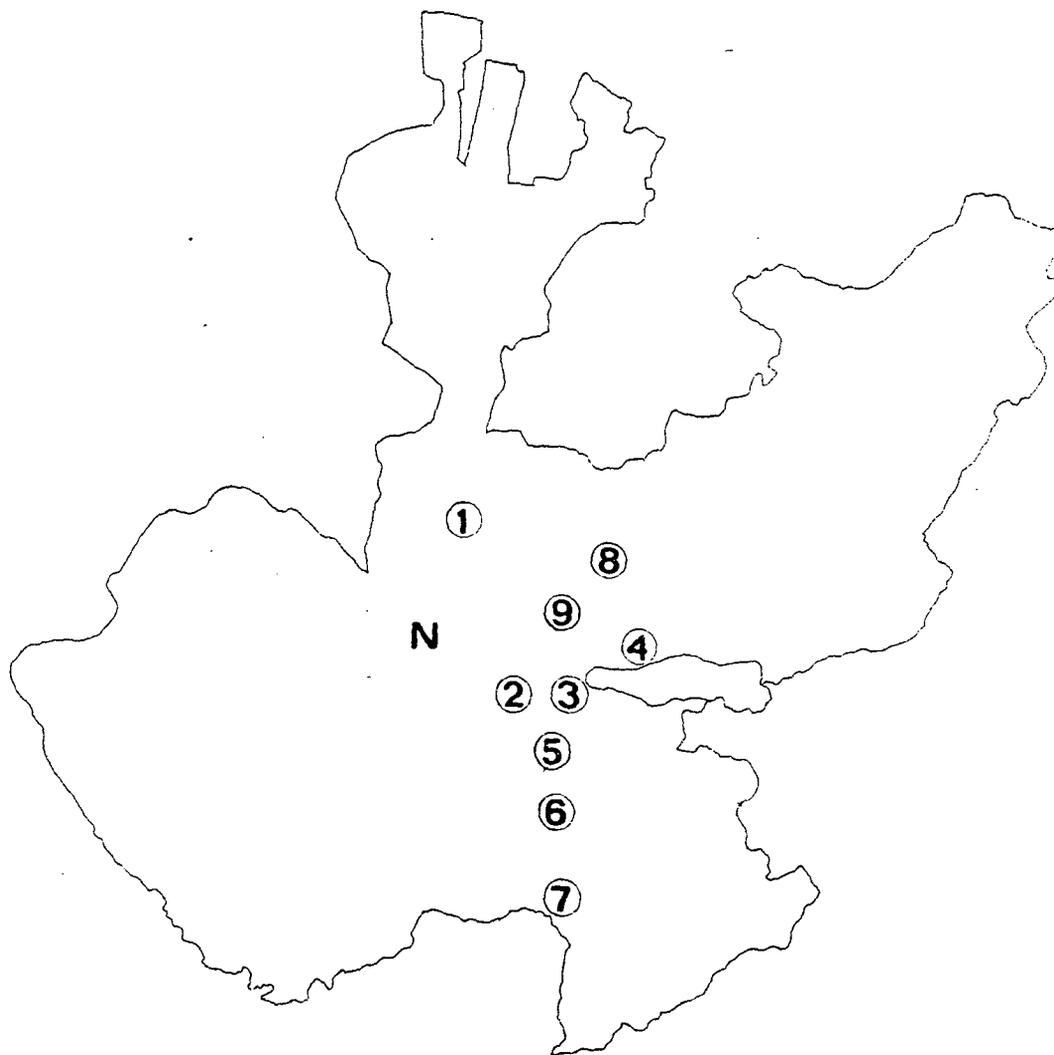
ANEXOS

ESCALA DEL TIEMPO GEOLOGICO

EON	ERA	PERIODO	EPOCA	INICIO (m.a.)	DURACION (m.a.)
PRECAMBRICO	AZOICA			4,600	1,100
	PROTEROZOICA			3,500	2,930
FANEROZOICO	PALEOZOICA	Cámbrico		570	65
		Ordovícico		505	67
		Silúrico		438	30
		Devónico		408	48
		Carbonífero		360	74
		Pérmico		286	41
	MESOZOICA	Triásico		245	37
		Jurásico		208	64
		Cretácico		144	79
	CENOZOICA	Terciario	Paleoceno		65
Eoceno				58	21
Oligoceno				37	13
Mioceno				24	19
Plioceno				5	3
Cuaternario		Pleistoceno		2	1.9
		Holoceno		0.1	0.1

(m.a.): Millones de años

LOCALIDADES FOSILIFERAS DEL ESTADO DE JALISCO



LOCALIDADES FOSILIFERAS DEL ESTADO DE JALISCO

VERTEBRADOS

1. Localidad: Barranca de Santa Rosa
Edad geológica: Cenozoico/Terciario/Mioceno
Ambiente sedimentario: Lacustre
Composición taxonómica:
Osteichthyes/Atheriniformes.
2. Localidad: Atotonilco-Zacoalco
Edad geológica: Cenozoico/Cuaternario/Pleistoceno
Ambiente sedimentario: Fluvial y Lacustre
Composición taxonómica:
Osteichthyes/Salmoniformes.
Aves/Pelecaniformes, Ciconiformes y Anseriformes.
Mamíferos/Marsupialia, Carnívora, Perissodactyla, Artiodactyla, Edentata y Rodentia.
3. Localidad: Chapala-Zacoalco
Edad geológica: Cenozoico/Cuaternario/Pleistoceno
Ambiente sedimentario: Fluvial y Lacustre
Composición taxonómica:
Osteichthyes/Cypriniformes, Siluriformes y Atheriniformes.
Mamíferos/Marsupialia, Carnívora, Proboscidea, Perissodactyla, Artiodactyla, Edentata y Rodentia.
4. Localidad: Chapala
Edad geológica: Cenozoico/Terciario/Plioceno y Cuaternario/Pleistoceno
Ambiente sedimentario: Fluvial y Lacustre
Composición taxonómica:
Osteichthyes/Salmoniformes, Cypriniformes, Siluriformes, Atheriniformes y Perciformes.
Aves/Pelecaniformes, Ciconiformes, Anseriformes, Charadriiformes y Passeriformes.
Mamíferos/Marsupialia, Carnívora, Proboscidea, Perissodactyla, Artiodactyla, Edentata y Rodentia.

INVERTEBRADOS

5. Localidad: Tamazula
Edad geológica: Mesozoico/Cretácico medio-tardío
Ambiente sedimentario: Marino
Composición taxonómica:
Moluscos/Bivalvos/Heterodonta.
Moluscos/Gastrópodos/Caenogastropoda.

6. Localidad: Cerro Tuxpan
Edad geológica: Mesozoico/Cretácico
Ambiente sedimentario: Marino
Composición taxonómica:
Moluscos/Gastrópodos/Caenogastropoda.
7. Localidad: S. Pihuamo
Edad geológica: Mesozoico/Cretácico medio
Ambiente sedimentario: Marino/Borde de plataforma y/o arrecife.
Composición taxonómica:
Moluscos/Bivalvos/Heterodonta.

MICROFOSILES

8. Localidad: Guadalajara
Edad geológica: Cenozoico/Terciario/Mioceno
Ambiente sedimentario: Lacustre
Composición taxonómica:
Chrysophyta/Centrales y Pennales
9. Localidad: Cocula
Edad geológica: Cenozoico/Cuaternario
Ambiente sedimentario: Lacustre
Composición taxonómica:
Chrysophyta/Pennales

N. NOTA: Se visitó una de las localidades descritas anteriormente (Barranca de Santa Rosa) y dos zonas dentro de una localidad no registrada aún por la fuente. Se trata de la localidad de Ameca, Jalisco, en donde se encontraron fósiles de grandes vertebrados. Aún no se han determinado taxonómicamente los restos por lo que no es posible dar muchos detalles sobre las zonas. De acuerdo al mapa geológico de la región las rocas pertenecen al Pleistoceno. Una de las zonas se ubica en un campo de fut-bol construido recientemente. No tiene un nombre oficial pero la gente del lugar lo conoce como "Rio Verde". La otra zona se encuentra en las afueras de la población.

Por otra parte, se pueden mencionar las localidades de Tecolotlán y del Bosque La Primavera como zonas de abundancia fosilífera. Entre los fósiles que se han encontrado figuran los restos de grandes vertebrados y de troncos petrificados para la primer localidad y restos diversos de vegetales para la segunda.

Fuente: UNAM (1992)