UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

Carrera de Biología

Ciclo Básico

Manual de Laboratorio de Investigación Formativa I

Aprobado por el Comité Académico de Carrera: 23/enero/2020

Vigente hasta 23/enero/2022

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

Carrera de Biología

Laboratorio de Investigación Formativa I

Campos Lince Luis Samuel
Castillo Chaires Irene
Guerra Hernández Eloísa Adriana
Guzmán Santiago José Luis
Longares Méndez Dora Alicia
Maldonado Tena Ana Laura
Mariaca Meléndez Elsa Eloísa
Martínez Martínez Pedro C.
Ortiz Martínez Erika Lourdes
Peña Mendoza Bertha
Rodríguez Becerra Rigoberto
Saito Quezada Verónica Mitsui
Valderrábano Gómez Juan Manuel
Valdivia Anistro Jorge Antonio

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN…… 4

CRITERIOS DE EVALUACIÓN …… 5

REGLAMENTO DEL LABORATORIO…… 6

REGLAMENTO INTERNO DE LIF I …… 7

UNIDAD I. REGISTRO GEOLÓGICO Y PALEONTOLÓGICO……... 10

PRÁCTICA I. MINERALES……. 11

PRÁCTICA II. TIPOS DE ROCAS……. 18

PRÁCTICA III.TAFONOMÍA…….. 30

PRÁCTICA IV. MICROPALEONTOLOGÍA……. 35

PRÁCTICA V. PHYLLUM MOLLUSCA…… 51

PRÁCTICA VI. PALEOBOTÁNICA…….…….. 64

UNIDAD II. MÉTODO CIENTÍFICO…… 76

EXPERIMENTO 1. INTEMPERISMO……... 77

EXPERIMENTO 2. RÁPIDEZ DE UNA REACCIÓN…….. 81

UNIDAD III. ESTEQUIOMETRÍA……. 86

EXPERIMENTO 3. VALORACIÓN ÁCIDO-BASE…….. 87

EXPERIMENTO 4. OBTENCIÓN DE UN COMPUESTO A TRAVÉS DE DIFERENTES TRANSFORMACIONES QUÍMICAS…….. 94

UNIDAD IV. EQUILIBRIO QUÍMICO…….. 99

EXPERIMENTO 5. EQUILIBRIO ÁCIDO-BASE……. 99

EXPERIMENTO 6. DETERMINACIÓN DE CATIONES O ANIONES EN

DIFERENTES MATERIALES…….. 106

UNIDAD V. PROYECTO DE DOCENCIA-INVESTIGACIÓN DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN FORMATIVA I…….. 111

LINEAMIENTOS DEL PROYECTO DE DOCENCIA-INVESTIGACIÓN……..... 112

MANEJO DE RESIDUOS…….. 120

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN LIF-I " GEOLOGÍA, PALEONTOLOGÍA Y CONDICIONES AMBIENTALES DE ZONAS FOSILÍFERAS DEL ESTADO DE PUEBLA"…… 122

INTRODUCCIÓN

El manual de Laboratorio de Investigación Formativa I (LIF I) fue elaborado como material didáctico para los alumnos de primer semestre de la carrera de Biología de la FES Zaragoza.

Los conceptos incluidos en el manual no pretenden sustituir a la investigación bibliográfica que los estudiantes deben realizar para el desarrollo de las actividades contempladas en el programa de estudio de la asignatura de LIF I, más bien, deben considerarse como una guía en términos de los conocimientos que apoyan el trabajo en el laboratorio.

Por otra parte, es importante resaltar que si bien los Laboratorios de Investigación Formativa son independientes de las asignaturas teóricas, no por ello los contenidos de LIF I y los de este manual son ajenos o no están relacionados con aquellos que se abordan en las asignaturas teóricas del primer semestre de la carrera. Por tanto, este laboratorio apoya los conocimientos adquiridos en dichas asignaturas que son útiles para el desarrollo de las actividades del laboratorio.

El curso de LIF I se desarrolla diariamente durante dos horas a lo largo de las 16 semanas del semestre y está estructurado en cinco unidades didácticas, donde a través de prácticas y experimentos los alumnos adquieren los conocimientos teórico-prácticos necesarios, para iniciar su formación profesional e incursionar en el método científico, que es la base para el trabajo experimental en los laboratorios subsecuentes.

Cada unidad del manual incluye una serie de prácticas (Unidad I) o experimentos (Unidades II, III y IV) y la Unidad V contempla el desarrollo de un proyecto de docencia-investigación. Cada práctica o experimento del Manual incluye los siguientes apartados: Objetivo(s), Fundamento teórico, Material, equipo y reactivos, Servicios, Procedimiento, Resultados, Manejo de residuos, Cuestionario y Bibliografía.

Cabe destacar que mediante la realización de prácticas se favorece en el alumno la adquisición de habilidades y destrezas, mientras que, con el desarrollo de experimentos será capaz de plantear un problema de investigación, elaborar una hipótesis, planear y diseñar un experimento, extraer y analizar los resultados, contrastar la hipótesis y

elaborar las conclusiones correspondientes. Por tanto, prácticas y experimentos constituyen una forma de apropiación del conocimiento.

En la Unidad I, Registro Geológico y Paleontológico se realizan seis prácticas. Esta unidad ofrece al alumno un panorama general de la Paleontología y le proporciona herramientas para su estudio. La Unidad II, Método Científico, incluye la realización de dos experimentos donde se aplican las diferentes etapas que conforman el Método Científico, con las cuales el estudiante trabajará el resto de su formación académica. La Unidad III, Estequiometría y la Unidad IV, Equilibrio Químico contemplan la realización de dos experimentos cada una; con ellos se pretende aplicar los conocimientos químicos como herramienta de trabajo en el laboratorio, ya que la Química está presente en todos los procesos que realizan los sistemas biológicos. En la Unidad V se plantea desarrollar un proyecto de docencia-investigación, donde aplique los conocimientos adquiridos a lo largo del semestre.

En los experimentos y el desarrollo del proyecto de investigación el estudiante deberá:

1. Presentar un anteproyecto fundamentado en una investigación bibliográfica adecuada y suficiente, que incluya las diferentes etapas del método científico, indispensable para que el asesor autorice la realización del trabajo experimental.

2. La ejecución de experimentos y proyecto será supervisada y evaluada por el asesor.

3. Como resultado de las actividades realizadas en el laboratorio, presentará un informe escrito que forma parte de la evaluación del curso de acuerdo con el siguiente cuadro.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

CRITERIO	%
Evaluación continua de campo y laboratorio	50
Informes escritos	15
Exámenes parciales	20
Proyecto de docencia-investigación (desarrollo, informe escrito y exposición)	15
La calificación de cada rubro, deberá ser aprobatoria para obtener el promedio ponderado.	

El informe escrito será evaluado en términos de la calidad y no de cantidad. Deberá entregarse de forma individual, aun cuando el alumno trabaje en equipo. Dicho informe se debe redactar en tiempo pretérito y de forma impersonal y contener los siguientes apartados:

1. CARÁTULA (escudos de la UNAM y de la FES Zaragoza, título de la práctica o experimento, nombre del autor del informe, número de equipo y fecha).

2. RESUMEN

3. INTRODUCCIÓN

4. HIPÓTESIS

5. OBJETIVO(S)

6. MATERIAL

7. MÉTODO

8. RESULTADOS

9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

11. CONCLUSIONES

12. BIBLIOGRAFÍA

De acuerdo con el plan de estudios en el LIF I, se realiza una salida al campo local de un día y otra foránea de dos, que permiten a los alumnos observar y aplicar técnicas o estrategias para reforzar conocimientos abordados en el laboratorio, además de obtener información y materiales para el proyecto de docencia-investigación. Esta actividad será supervisada y evaluada por el asesor.

Por último, no hay que perder de vista que el trabajo en el laboratorio conlleva riesgos, que pueden ser prevenidos cumpliendo los siguientes reglamentos:

REGLAMENTO GENERAL DE LABORATORIO

1. Uso obligatorio de bata.

2. Uso obligatorio de zapatos cerrados
3. No trabajar solo.
4. Trabajar con asesoría continua.
5. Uso obligatorio de identificación
6. Prohibido fumar
7. Prohibido usar audífonos
8. Prohibido consumir bebidas y alimentos
9. Prohibido correr y jugar dentro de laboratorio
10. Es obligatorio cumplir con el reglamento interno de cada laboratorio

REGLAMENTO INTERNO DEL LIF I

Con el fin de evitar algún incidente que ponga en riesgo la integridad de alumnos, profesores y trabajadores, el Laboratorio de Investigación Formativa I tiene normas de seguridad que deben acatarse. Estas normas se establecen de acuerdo con el trabajo que se realiza durante las actividades académicas, bajo la asesoría del profesor. Es responsabilidad de quién manipula el material, reactivos y equipo cumplir con este reglamento que es obligatorio.

1. Utilizar bata de algodón durante la estancia en el laboratorio, siempre abotonada.
2. Llevar el cabello recogido.
3. Utilizar calzado cerrado.
4. Evitar portar anillos, pulseras, cadenas, audífonos.
5. Si usa lentes de contacto, deberá usar gafas de seguridad.
6. No colocar mochilas sobre la mesa de trabajo, deberán estar en el lugar destinado para este fin.
7. Trabajar con bitácora
8. No trabajar bajo el influjo de estupefaciente, alcohol o medicamentos que no permitan la manipulación adecuada de los materiales y equipo.
9. No fumar, comer o ingerir bebidas dentro del laboratorio.
10. No recibir visitas y personas ajenas al grupo.

11. Ingresar solamente al laboratorio en las horas asignadas al grupo y en presencia del profesor responsable.
12. Contar con el material básico para la limpieza del área de trabajo.
13. Mantener limpia el área de trabajo antes, durante y después de la actividad experimental. En caso de encontrar sucio el lugar reportarlo en el formato del Sistema de Gestión de la Calidad correspondiente.
14. No obstaculizar las áreas comunes con objetos que eviten el libre tránsito en los pasillos.
15. No correr dentro del laboratorio.
16. Trabajar en orden, limpieza y sin prisas.
17. No pipetear con la boca, siempre se debe utilizar una perilla de seguridad.
18. Conocer las propiedades físicas y químicas de los reactivos que se utilicen en los experimentos, así como los primeros auxilios en caso de algún accidente.
19. Reportar al profesor responsable cualquier accidente por pequeño que sea.
20. Avisar de inmediato al área correspondiente, cuando ocurra un accidente mayor.
21. Utilizar las campanas extractoras cuando trabaje con reacciones químicas que dan como resultado productos gaseosos, o que el producto de estas reacciones se proyecte.
22. Revisar cuidadosamente el material que se solicita en los interlaboratorios, no se deberá trabajar con material de vidrio que esté en mal estado.
23. No utilizar el vacío, el aire y las estufas para “secar” la cristalería.
24. Asegurar que las llaves de gas, tanto la general como la de cada mesa, se encuentren cerradas.
25. No colocar objetos que obstruyan los accesos al laboratorio.
26. Solicitar únicamente las cantidades de reactivos que utilizará en la práctica o el experimento.
27. Solicitar con 24 horas de anticipación, los reactivos autorizados por el profesor responsable.
28. Contener los reactivos líquidos en recipientes de vidrio con tapa de baquelita, adecuados a la cantidad solicitada.
29. Etiquetar los frascos de acuerdo con el formato del Sistema de Gestión de la Calidad que aparece en el Anexo 1 del documento, Procedimiento de manejo de residuos generados en los laboratorios de docencia (SGC-FESZ-PO06).
30. No verter en la tarja los residuos de las prácticas y experimentos, se deberán recolectar en el frasco adecuado y etiquetarlo.

31. No realizar mezclas en frascos que no estén etiquetados adecuadamente.
32. Evitar el uso de detergentes fosfatados y utilizar la menor cantidad de agua posible para el lavado del material.
33. Considerar las especificaciones de los manuales correspondientes, por ejemplo, guías rápidas para el uso de equipos electrónicos de precisión, o en su caso, asesorarse con el profesor.
34. Anotar en la bitácora correspondiente el uso de cada uno de los equipos. Si el equipo no funciona correctamente, deberá avisar al profesor y llenar el formato SGC-FESZ-FP004-02.

UNIDAD I
REGISTRO GEOLÓGICO Y PALENTOLÓGICO

PRÁCTICA I

MINERALES

OBJETIVO GENERAL

Determinar algunas de las propiedades físicas y químicas de los minerales.

Objetivos particulares

Analizar la importancia de los minerales como constituyentes de las rocas.

Valorar la importancia de los minerales en el estudio de disciplinas relacionadas con la Biología, tales como la Paleontología y la Edafología.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La corteza de la Tierra está constituida por minerales, elementos y compuestos originados mediante procesos naturales. Estos materiales, además, son los componentes esenciales de cuerpos extraterrestres como meteoritos y la Luna. Los minerales de diversos tipos y proporciones, conforman la unidad geológica fundamental conocida como roca (Níquel, 1995). Los minerales, a causa de su composición química definida y estructura cristalina, se caracterizan por tener propiedades físicas y químicas homogéneas, aunque varían dentro de ciertos límites.

De acuerdo con Tarbuck *et al.* (2005), existen aproximadamente 4000 tipos de minerales y cada año se registran en promedio 60 nuevos. Sin embargo, su abundancia en la corteza terrestre no es uniforme. La mayoría de las rocas comunes pueden describirse adecuadamente con base en una docena de minerales llamados petrogénicos, los cuales constituyen el 95% de la capa cortical del planeta. Otros se encuentran concentrados en zonas de dimensiones limitadas denominadas yacimientos minerales.

En un gran número de fósiles ciertos minerales como: calcita, cuarzo, fosfato de calcio y grafito; se encuentran sustituyendo o rellenando los huecos dejados por el materia

original. Los minerales arcillosos como la caolinita y la montmorillonita, influyen en las propiedades del suelo de una región.

Cada mineral está definido por su composición química y su forma de cristalización. Sin embargo, no siempre es necesario realizar un análisis especializado. En la mayoría de los casos basta con examinar la forma externa, por ejemplo, el reflejo de la simetría cristalina y varias propiedades físicas dependientes de la composición química y de la estructura de los cristales, para hacer una pronta identificación del mineral.

MATERIAL Y REACTIVOS

Cinco muestras de minerales: cuarzo, selenita, barita, yeso fibroso, calcita, halita, pirita, fluorita, hematita, mica, entre otras.
Bibliografía especializada sobre minerales
Escala normal de colores cromáticos y acromáticos
Gradilla
Hoja blanca
Lima de acero
Martillo pequeño
Mechero de bunsen
Moneda de cobre
Navaja o cuchillo de acero
Pinzas para tubo de ensaye
Quince tubos de ensaye (tres por cada muestra)
Trozo de porcelana áspera (dorso de azulejo)
Trozo de vidrio

Reactivos

Ácido clorhídrico (HCl 10%)
Ácido sulfúrico (H_2SO_4 10%)
Agua destilada (H_2O)

EQUIPO

Estereoscopio o lupa

SERVICIOS

Corriente eléctrica
Extractores
Agua

PROCEDIMIENTO

Determinar y registrar las siguientes propiedades físicas: color, dureza, raya, clivaje o fractura en los ejemplares seleccionados, en estos mismos realizar la prueba de solubilidad en agua, HCl y H_2SO_4 en frío y en caliente. En seguida elaborar la discusión y conclusión de la práctica.

Color. Para su determinación el alumno utilizará la escala normal de colores cromáticos y acromáticos.

Brillo. De acuerdo con la clasificación del cuadro 1.1 determinar el brillo que presenta cada una de las muestras seleccionadas.

CUADRO 1.1. Tipos de brillo en los minerales

	Brillo o Lustre	Descripción
	Metálico	Presenta un fuerte reflejo producido por las sustancias opacas.
No metálico	**Adamantino**	Tiene el brillo típico del diamante
	Apagado o mate	Opaco (no permite el paso de la luz)
	Graso	Tiene la apariencia de un objeto cubierto por aceite
	Perlado	Tiene la iridiscencia de los materiales como la perla
	Resinoso	Como la resina (ámbar)
	Sedoso	Tiene la apariencia de la seda
	Vítreo	Brillante como un vidrio

Diafanidad. Con base en las siguientes categorías, clasificar los minerales en:

- Opaco: no deja pasar la luz
- Translúcido: deja pasar la luz con dificultad
- Transparente: deja pasar la luz con facilidad

Dureza. A partir de la escala de Mohs (Cuadro 1.2), determinar la dureza de las muestras minerales. Se recomienda iniciar con los minerales menos duros para continuar con materiales de mayor dureza.

CUADRO 1.2. Escala de dureza de los minerales (Mohs, 1825).

Dureza	Mineral	Método aproximado de identificación
1	Talco ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$)	Marca la ropa / suave al tacto
2	Yeso $CaSO_4$ ($2H_2O$)	Lo raya la uña
3	Calcita ($CaCO_3$)	Lo raya una moneda de cobre
4	Flourita	Lo raya el cuchillo
5	Apatito	Lo raya el vidrio
6	Ortoclasa ($KAlSi_3O_8$)	Lo raya la navaja de acero inoxidable
7	Cuarzo (SiO_2)	Raya al vidrio
8	Topacio	Raya a la mayoría de los metales
9	Corindón (Al_2O_3)	Es rayado por herramientas de carburo de silícico
10	Diamante (C)	Es el material más duro en esta escala hasta el momento

Raya. Raspar una muestra del mineral sobre un pedazo de porcelana áspera e indicar el color del polvo o raya obtenido.

Clivaje (Crucero) o Fractura. Observar en los ejemplares si las superficies de ruptura se conservan planas, son lisas o son paralelas entre sí (Cuadro 1.3). Si no registra estas características, determinar el tipo de fractura que se presenta (Cuadro 1.4).

CUADRO 1.3. Tipos de clivaje de los minerales.

Tipo de Clivaje o Exfoliación o Crucero	Minerales	Ejemplo
Perfecta	Las láminas se separan con gran facilidad y sin esfuerzo	Micas Feldespatos Biotita Muscovita
Buena, Notable o Fácil	Se requiere de un golpe para separar o exfoliar el Mineral. Aparecen forman geométricas en los trozos	Anfíboles Piroxenos

CUADRO 1.4. Tipos de fracturas presentes en los minerales.

Tipo de Fractura	Minerales	Ejemplo
Astillosa o Fibrosa	La superficie que presenta el mineral, al ser roto, es en forma de astillas o fibrillas, semejante a una madera que se rompe.	Serpentina
Concoidea	Al ser golpeado, la superficie expuesta se torna curva, de forma cóncava o convexa, semejante a la forma de una concha de una almeja.	Malaquita
Ganchuda	La superficie que presenta el mineral después de romperse es de forma dentada.	Plata
Irregular	La superficie que presenta el mineral al ser roto no sigue un patrón definido, es decir son irregulares.	Caolinita
Terroso	Al provocar la ruptura en el mineral, este se desmorona con un terrón, como lo haría el suelo.	Talco

Solubilidad. Colocar un fragmento de cada mineral en tres tubos de ensaye independientes, el primero con H_20 destilada, al segundo agregar HCl al 10% y al último

H_2S0_4 al 10%, agitar con cuidado para evitar que se proyecte la solución. En caso de que la muestra no se disuelva, probar calentando ligeramente.

Hábito. Observar en cada muestra de mineral, la forma, el patrón y el tamaño de los cristales que la conforman.

NOTA: Anota los resultados obtenidos en el cuadro 1.5

RESULTADOS

CUADRO 1.5. Registro de datos obtenidos. Comparar con las características teóricas de cada mineral trabajado.

Mineral	Color	Brillo	Diafanidad	Dureza	Raya	Crucero o Fractura	Hábito	Soluble en:
1								
1*								

*Datos experimentales
*Datos reportados en la literatura para el mineral correspondiente.

A partir de los resultados obtenidos y la literatura consultada conteste las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo afecta la presencia de impurezas y el tamaño de la muestra las características físicas de los minerales que se observaron en el laboratorio?
2. ¿A qué se atribuye las diferencias observadas con lo registrado en la literatura?
3. ¿Cuál es la relación entre los minerales y los seres vivos?

MANEJO DE RESIDUOS

El manejo de residuos se realizará de acuerdo con el procedimiento, Manejo de Residuos Generados en los Laboratorios de Docencia SGC-FESZ-PO06 (pág.120).

CUESTIONARIO

1. ¿Qué es un mineral?
2. ¿Cuáles son las propiedades físicas con las que se pueden identificar a los minerales?
3. ¿Cuáles son los principales tipos de enlaces químicos presentes en los minerales y cuál es su influencia en la estructura cristalina? Ejemplifica.
4. ¿Cuál es la clasificación química de los minerales? Descríbelas.
5. ¿Cuáles son las reacciones de Bowen? Explícalas y esquematízalas.
6. ¿Qué son los minerales petrogénicos y cómo se clasifican? Ejemplifica.
7. ¿Cuáles son los minerales más comunes en los fósiles y en qué tipo se presentan?
8. ¿Qué son los minerales paleoindicadores? Explica brevemente con tres ejemplos y señala que ambientes se pueden inferir a partir de ellos.
9. ¿Cuáles son los diferentes métodos de separación de los minerales? Descríbelos brevemente.

BIBLIOGRAFÍA

Díaz, M. C. (1976). *Iniciación práctica de mineralogía*. Madrid, España: Alhambra.

Font-Altaba, M. y Miguel, A. S. (1977). *Atlas de Geología*. Barcelona, España: Jover.

Grotzinger, J., Jordan, T., Press, F. y Siever, R. (2007). *Understanding Earth*. New York, USA: W. H. Freeman and Company. 5th ed.

Leet, D. y Judson. (1968). *Fundamentos de Geología Física*. DF., México: Limusa.

López-Ramos, E. (1980). *Geología General*, Tomo I. DF., México: Escolar.

Níquel, E.H. (1995). Definición de un mineral. *Mineralógica Revista*, *59* (4), 767-768.

Tarbuck, E.J., Lutgens, F. K., y Tasa, D. (2005). *Ciencias de la Tierra*. Madrid, España: Pearson Educación S. A.

PRÁCTICA II

TIPOS DE ROCAS

OBJETIVO GENERAL

Identificar rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, mediante la observación de las características macroscópicas de algunos ejemplares representativos de cada grupo.

Objetivos particulares

Analizar la clasificación genética de las rocas para identificar los criterios que en ella se utilizan.

Describir la estructura y textura de las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.

Analizar y discutir la importancia que tienen las rocas en Geología y Paleontología.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Las rocas son agregados naturales de uno o más minerales y en ocasiones de sustancias no cristalinas (Iriondo, 2007). Constituyen masas que son geológicamente independientes y que pueden representarse en un mapa. Son las unidades estructurales de nuestro planeta y es la capa que envuelve a la Tierra, conocida como litósfera.

La Petrología es la disciplina que estudia la composición, origen e historia de las rocas. Se basa en ciertas características de los cuerpos rocosos como: estructura, composición y textura, entre otras. Por medio de estas características se puede inferir su historia. Observaciones de este tipo indican que algunas rocas se formaron por enfriamiento y solidificación de material fundido proveniente del interior de la Tierra, como las rocas ígneas. Las rocas sedimentarias son resultado de acumulación y consolidación de sedimentos o precipitaciones químicas. Las rocas metamórficas se forman por la alteración de rocas preexistentes, cuando actúa el calor, la presión y la acción química de ciertas soluciones (Tarbuck *et al.,* 2005).

Las rocas son documentos geológicos importantes para dilucidar la historia de la Tierra y comprender los procesos geológicos que en ella ocurren. Además, ciertas rocas

contienen fósiles de plantas y de animales, evidencia directa en que se basa la reconstrucción de la vida en el pasado (Leet y Judson, 1979).

MATERIAL Y REACTIVOS

Muestras de mano de rocas: ígneas, sedimentarias y metamórficas
Bibliografía especializada sobre textura de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas
Regla
Vernier

Reactivos

Ácido clorhídrico (HCl 10%)

EQUIPO

Estereoscopio o lupa de 10x

SERVICIOS

Corriente eléctrica
Extractores
Agua

PROCEDIMIENTO

Identifique el tipo de roca al que pertenece cada una de las muestras con las que se va a trabajar. Observe detalladamente la distribución y características de los minerales, además de la presencia de estratos, micas, vesículas, brillo o fósiles; utilice la clave dicotómica del cuadro 2.1. En ocasiones el fragmento rocoso es insuficiente para efectuar una caracterización adecuada. Si es el caso, pregunte al asesor acerca de la información que requiere para realizar esta actividad.

CUADRO 2.1. Clave dicotómica para identificación de rocas

No.	Características	
1.	Son rocas formadas a partir del enfriamiento de la roca fundida, suelen presentar cristales macro o microscópicos en toda la matriz de la roca y en ocasiones vesículas o estructura vítrea……	**2**
1.	Son rocas producto de los procesos intemperismo, erosión y deposito. Suelen presentar carbonatos, fósiles y/o estratos…….	**3**
1.	La presión y la temperatura son dos de los factores más importantes en el proceso de formación de estas rocas, que se caracterizan macroscópicamente por presentar brillo sedoso, micas y recristalizaciones en franjas u ojos……	**Rocas metamórficas**
2.	Rocas cuya formación ocurrió en el interior de la Tierra a grandes profundidades, con textura fanerítica, de grano medio a muy grueso……	**Rocas ígneas plutónica**
2.	Rocas formadas en la superficie de la Tierra por la solidificación rápida del magma se caracterizan por presentar textura afanítica……..	**Rocas ígneas volcánicas**
3.	Rocas formadas por precipitados orgánicos y restos de organismos, con una madurez textural que va de moderada a extrema……	**Rocas sedimentarias bioquímicas**
3.	Rocas formadas por precipitados acuosos, con una madurez textural que va de alta a extrema (textura no clástica) ……..……	**Rocas sedimentarias químicas**
3.	Rocas formadas a partir de la desintegración de rocas preexistentes, suelen tener más del 50% de detritos con una madurez textural que va de baja a extrema (textura clástica) ……...……...	**Rocas sedimentarias clásticas**

De acuerdo con la bibliografía especializada sobre rocas, determine, analice y registre la textura de las rocas proporcionadas. Para determinar la textura de las rocas sedimentarias, primero establezca el tamaño de grano del que está constituido su

ejemplar (Cuadro 2.2). La presencia o ausencia es el primer criterio de foliación de la textura de las rocas metamórficas.

CUADRO 2.2. Tamaño de grano de las rocas sedimentarias.

Sedimento	Tamaño del sedimento (mm)	Nombre genérico de la roca
Grava	< 2 mm	Conglomerado (partículas redondeadas) Brechas (partículas angulosas)
Arena	de 1/16 a 2	Arenisca
Lodo/Arcilla	<1/256 a 1/16	Lutita

Determine la composición mineral de las rocas ígneas, de acuerdo con la figura 2A y con base en el color, defina el tipo de magma y estime el porcentaje de minerales presentes. La identificación y caracterización de las rocas clásticas se hace por medio de la observación del tamaño de grano, grado de redondez y selección de los clastos, madurez textural y características de la matriz (Cuadro 2.3 y 2.4 y las figuras 2B, 2C y 2D).

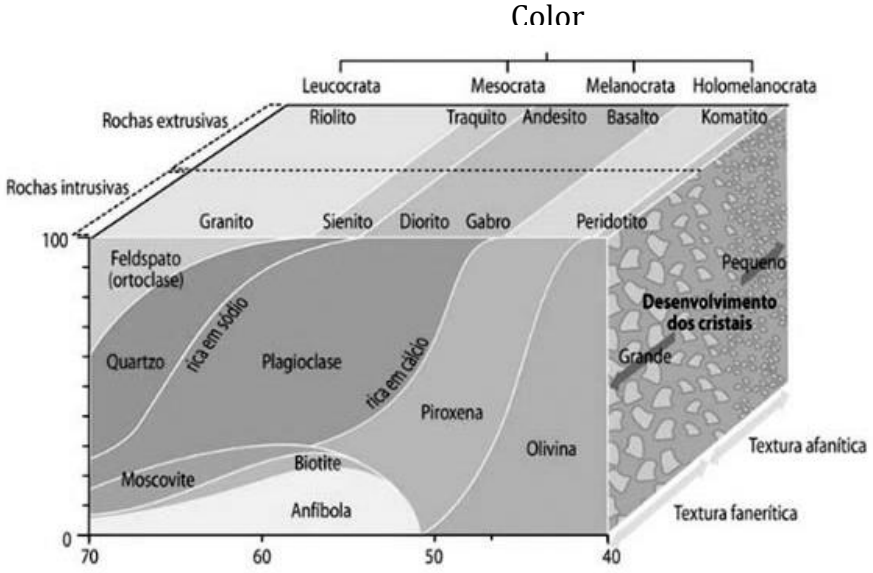


Figura 2.A. Composición mineralógica de las rocas ígneas.

Forma y redondez del grano (anguloso-redondeado): Tiene que ver con el grado de angulosidad de las aristas y vértices de un clasto, independientemente de su forma. Esta es una propiedad muy importante, pues está relacionada con el transporte, en mayor o menor desgaste indicará mayor o menor transporte. Para estimarla utilizar la figura 2 B.

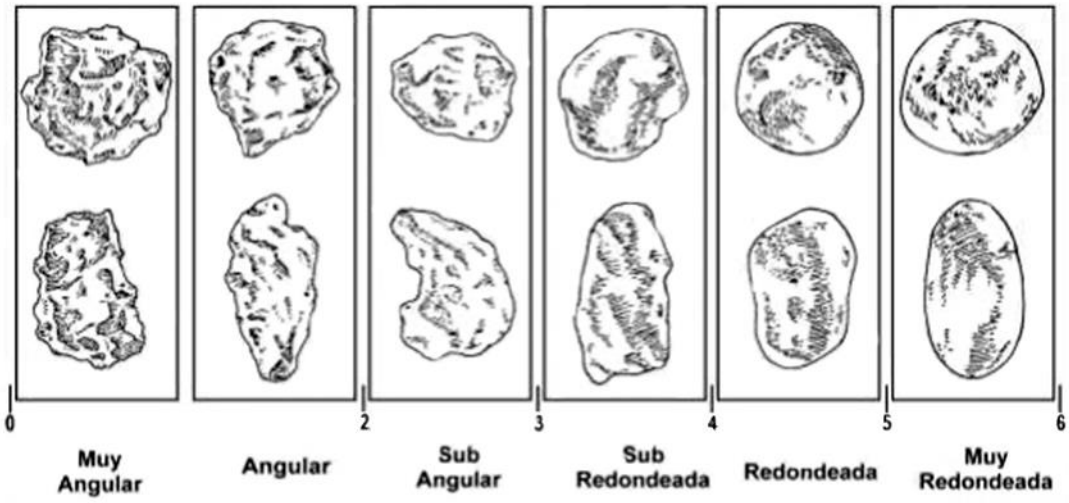


Figura 2.B. Grado de redondez de los sedimentos que conforman a una roca sedimentaria clástica (Tomado de Powers, 1953).

Grado de selección. Se refiere al grado de variación de los sedimentos y está relacionado con las características del medio de transporte y con la distancia (Figura 2C).

Figura 2.C. Grado de selección de los clastos que forman a una roca sedimentaria clástica (Tomado de Compton, 1962).

Madurez textural de las rocas sedimentarias: La combinación entre la selección granulométrica, consolidación y la redondez de los clastos definen el grado de madurez textural de los depósitos.

CUADRO 2.3. Consolidación de las rocas sedimentarias

Nombre	Características
Friable	Los clastos se separan con facilidad.
Consolidado	Los clastos se separan con ayuda de un objeto punzante
Muy consolidado	Los clastos se separan con mucha dificultad y con ayuda de un objeto punzante o no separan

CUADRO 2.4. Tipo de matriz de las rocas sedimentarias

Tipo de matriz	Características ambientales
Poca matriz	Alta energía y poca turbulencia en el transporte.
Mucha matriz	Régimen de transporte turbulento y depósito súbito.
Solo material fino	Baja energía.

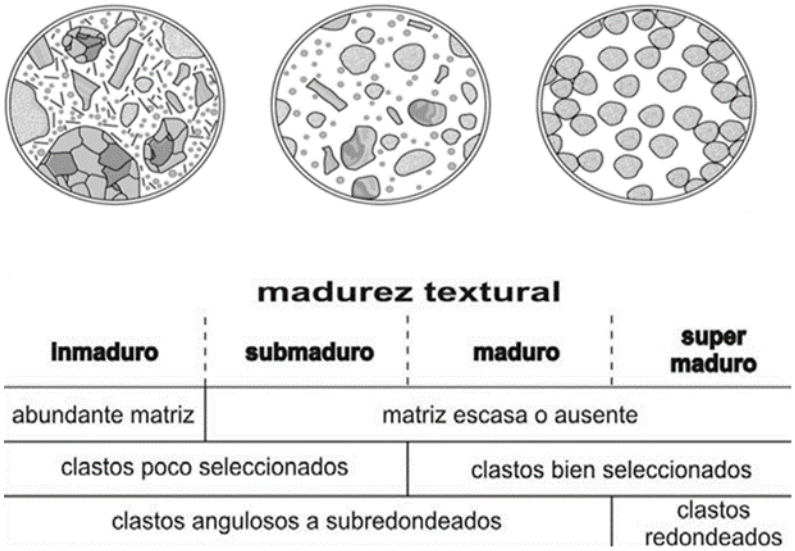


Figura 2.D. Madurez textural de las rocas sedimentarias

Utilice el cuadro 2.5, para determinar la composición mineral de las rocas sedimentarias. Recuerde que el ácido clorhídrico (HCl) diluido es útil para determinar la presencia de carbonato de calcio ($CaCO_3$). El cuadro 2.6 le permitirá describir la composición mineralógica de las principales rocas metamórficas, registre sus observaciones en los cuadros 2.7 al 2.9, según corresponda.

CUADRO 2.5. Composición mineral de las rocas sedimentarias

Origen	Textura	Descripción	Roca
ROCAS BIOQUÍMICAS	bioclástica y no clástica	Roca carbonatada, precipitada alrededor de manantiales con sobreconcentración de carbonato de calcio, con frecuencia termales; es por lo normal blancuzco, amarillento o beige, puede contener restos de plantas	**Travertino** (calcita, aragonita)

	bioclástica y no clástica	Roca formada por CaCO3 porosa o densa, SiO_2 denso y amorfo, raya al vidrio y presenta fractura concoidal.	**Pedernal** (ópalo, calcedonia, cuarzo, pedernal)
	no clástica	Roca sedimentaria de color negro, muy rica en carbono y con cantidades variables de otros elementos. Arde fácilmente y es uno de los combustibles fósiles más utilizados.	**Carbón**
ROCAS QUÍMICAS	no clástica	Se compone de un cúmulo de granos compactados de calcita textura química, cristalina y oolítica. Puede contener fósiles $CaMg(CO3)_2$.	**Caliza** (calcita, aragonita)
	no clástica	Roca sedimentaria de carbonato cálcico y magnésico (dolomita), generalmente de origen químico. Con frecuencia contienen restos de fósiles y a veces con oolitos.	**Dolomía** (dolomita)
	no clástica	NaCl textura cristalina, sabor salado, puede contener impurezas, en forma de bandas.	**Sal de roca** (halita, silvita)
	no clástica	CaSO4 2H2O textura cristalina, se puede rayar con la uña.	**Yeso** o anhidrita
	clástica	Roca detrítica compuesta por más del 50 % de fragmentos redondeados en una matriz de granos de arena. Matriz menor el 15 %. Cementados.	**Conglomerado**
	clástica	Roca detrítica compuesta por más del 50 % de fragmentos angulares mayores a 2mm. Matriz mayor al 15 %, Cementados.	**Brecha**
	clástica	Roca detrítica con Arenisca de grano grueso compactada que está formada por una fracción clástica cuya composición es la de un granito, su característica principal es que tiene un alto porcentaje de clastos de feldespato potásico de color rojizo, rosáceo o gris. Los granos están poco redondeados.	**Arcosa**

	clástica	En ella los tamaños granulares de sus componentes varían entre 0,02 y 2mm pueden ser redondeados a subredondeados. Se constituye en más de 75% de granos de cuarzo.	**Arenisca**
	No clástica	Se constituye de granos de tamaños menores de 0,002mm (barro). Principalmente se compone de minerales arcillosos. Son masivas, terrosas, normalmente bien compactada y a menudo porta fósiles <1/256	**Lutita**

CUADRO 2.6. Composición mineral de las rocas metamórficas.

Textura	Tipo de roca y descripción	Minerales presentes
Foliada	**Pizarrosa** Planos de crucero (exfoliación) separados por distancias microscópicas. Típica de rocas derivadas de argilitas (lutitas). Producto de metamorfismo regional de bajo grado. Presentan recristalización limitada, por lo que conservan un grano muy fino.	Mica, cuarzo illita, sericita y cantidades variables de clorita (sólo Identificables al microscopio).
	Filítica Laminaciones apenas visibles, brillo sedoso. El término se utiliza ampliamente para rocas de grano más grueso y crucero menos perfecto que las pizarras, pero grano más fino y mejor crucero que los esquistos. Rocas formadas por metamorfismo regional de baja temperatura.	Mica (muscovita), clorita; pueden presentar turmalina o granate de Mg. Semejantes a los encontrados en las pizarras pero los cristales minerales son más grandes.
	Esquistosa Láminas claramente visibles. Se distingue de las filíticas por tener un grano más grueso y tendencia a un crucero ondulado. Las micas (biotita, muscovita) y los anfíboles dan lugar a la esquistocidad. Producto del metamorfismo regional de bajo-moderado grado.	Mica, talco, clorita o hematita; cuarzo y feldespatos; cantidades menores de augita, hornblenda, granate, epidota y magnetita; a veces (mayor grado de metamorfismo) estaurolita o cianita
	Gneissicea Rocas con bandas de minerales (de 1 mm hasta varios cm) alternas de micas o anfíboles (esquistosas) y de cuarzo y feldespatos (granulosas) Se origina por metamorfismo regional de alto grado.	Biotita, anfíbole, clorita, hornblenda, grafito, que alternan con cuarzo y feldespatos (albita, ortoclasa, plagioclasas); cantidades, menores de granate y sillimanita.
	Ojosa Se refiere a la textura de los gneisses que poseen concentraciones de cristales minerales grandes (grano grueso) que se desarrollan localmente en las	Gneis granitoide

	bandas cuarzo-feldespáticas. Las rocas con esta textura se denominan “Augen-gneisses”.	
No Foliada	**Granoblástica** Presentan minerales cristalizados, todos de un tamaño apreciable y homogéneo. Han sufrido metamorfismo de contacto de alto grado.	Calcita y/o dolomita; impurezas de wollastonita, grosularita o anortita; el color negro se debe a materia bituminosa; el verde al diópsido, hornblenda, serpentina o talco; el rojo a la limonita, hematita.

De acuerdo con las características observadas en cada tipo de roca, describa en su cuaderno las condiciones bajo las cuales se originaron cada una de las muestras estudiadas.

RESULTADOS

CUADRO 2.7. Tipos de rocas.

Número de ejemplar	Tipo de roca	Características macroscópicas que permitieron la identificación	Textura	Nombre

CUADRO 2.8. Rocas ígneas.

Número de ejemplar	Composición mineral	Ácidas o Básicas	Tipo de magma

CUADRO 2.9. Rocas sedimentarias.

Número de ejemplar	Composición mineral	Tipo de erosión

CUADRO 2.10. Rocas metamórficas.

No. ejemplar	Composición mineral	Tipo de metamorfismo	Características de la roca	Nombre

MANEJO DE RESIDUOS

El manejo de residuos se realizará de acuerdo con el procedimiento, Manejo de Residuos Generados en los Laboratorios de Docencia SGC-FESZ-PO06 (pág.120).

CUESTIONARIO

1. ¿Qué es una roca?
2. ¿Cuál es la clasificación que considera los aspectos genéticos de las rocas? Explique.
3. ¿Cuáles son los procesos endógenos y exógenos que originan los diferentes tipos de rocas?
4. ¿Qué se entiende por textura de una roca?
5. ¿Cuál es la abundancia relativa de cada uno de los tipos de roca en el planeta y sobre la Corteza terrestre?
6. ¿Cómo se puede establecer la edad de las rocas?
7. ¿Cuáles son las etapas del ciclo petrogénico? Esquematice.
8. ¿Qué importancia tienen las rocas sedimentarias en Paleontología?

BIBLIOGRAFÍA

Boggs, S. (2006). *Principles of sedimentology and stratigraphy*. New Jersey, USA. Prentice Hall, 4ta ed. 662 pp.

Díaz, M.C. (1976). *Iniciación práctica a la mineralogía*. Madrid, España: Alhambra.

Font-Altaba, M. y Miguel, A. S. (1977). *Atlas de Geología*. Barcelona, España: Jover, S.A.

Iriondo, M. (2007). *Introducción a la geología.* Córdoba, Argentina: Brujas. 3a edición.

Leet, D.L. y Judson, S. (2001). *Fundamentos de Geología Física*. DF, México: Limusa.

López-Ramos, E. (1980). *Geología General* (Tomo 1). DF, México: Escolar.

Mottan, A., Crespi, R. y Liborio, G. (1978). *Guide to rocks and minerals*. Milán, Italia: Simón y Schuster.

Prinz, M., Harlow, G. E., y Peters, J. (Eds.). (1978). Simon and Schuster's guide to rocks and minerals. Simon y Schuster.

Pugh, E.H. (1976). *A field guide to rocks and minerals*. USA: Houghton Mifflin, Co.

Querol, S.F. (1981). *Cuaderno de trabajo de Geología Física I-II*. DF, México: Facultad de Ingeniería, UNAM.

Tarbuck, E.J., Lutgens, F.K. y Tasa, D. (2005). *Ciencias de la Tierra*. Madrid, España: Pearson Educación S. A.

Whitten, D.G.A. y Brooks, J.V.R. (1979). *The penguin dictionary of Geology*. Inglaterra: Penguin books Ltd.

PRÁCTICA III

TAFONOMÍA

OBJETIVO GENERAL

Reconocer un fósil y comprender el sesgo del registro paleontológico desde la biocenosis, tanatocenosis y orictocenosis.

Objetivos particulares

Analizar el papel que desempeñan los factores físicos, químicos y biológicos en los diferentes procesos de fosilización.

Comprobar la pérdida de información post-mortem en los procesos de fosilización.

Realizar procesos análogos a los de fosilización.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Los organismos al morir sufren diferentes procesos en función del medio que los rodea, algunos se degradan en su totalidad, otros inician su transformación, mediante un proceso de litificación que da origen a los fósiles.

Los procesos de fosilización implican transformaciones químicas que reemplazan en algunos casos los compuestos orgánicos originales principalmente por calcita, sílice y pirita. Esta transformación depende, de la composición originaria del organismo y de las condiciones geoquímicas en las que se encontró durante el proceso de fosilización (Meléndez, 1998).

Por lo general, sólo fosilizan las partes esqueléticas de los organismos, perdiendo los tejidos y órganos blandos, que se destruyen rápidamente por los procesos bacterianos. Las partes duras al disolverse en aguas carbonatadas forman el vaciado o molde Existen dos tipos de molde: internos y externos. El registro paleontológico está conformado por los fósiles recolectados hasta el momento, que por naturaleza es incompleto y sesgado. Incluso en ocasiones solo se preservan las huellas de la actividad orgánica que son conocidas como icnofósiles.

MATERIAL Y REACTIVOS

Abatelenguas
Bolsas de plástico grandes (campo)
Cajas de cartón adecuadas al tamaño de las réplicas
Cinco estructuras para replicar
Espátula
Fósiles con diferente tipo de fosilización
Recipientes de plástico de diferentes tamaños
Pinceles
Regla o Vernier

Reactivos

Acuarelas
Alginato
Plastilina
Yeso grado odontológico o yeso comercial

EQUIPO

Estereoscopio o lupa de 10x

SERVICIOS

Corriente eléctrica
Agua

PROCEDIMIENTO

Tafonomía. Elegir en campo dos comunidades vegetales contrastantes, en cada una de ellas delimitar un cuadrante de $1m^2$, recoger y colocar cuidadosamente en una bolsa de plástico la hojarasca del suelo y todas las estructuras que se encuentren en el área delimitada. Cerrar y etiquetar la muestra. Transportarla a laboratorio. Colocar y extender sobre la mesa el contenido de las muestras de cada comunidad vegetal, cuidando no

mezclarlas, separar el material colectado en hojas, frutos, semillas, flores, entre otros. A continuación, subdivide cada grupo en función de las estructuras que estén completas e incompletas y registra los resultados en el cuadro 3.1.

Elaboración de réplicas

1. Limpia perfectamente la estructura a replicar
2. Si presenta grietas profundas, rellénalas con papel húmedo hasta aproximadamente 2 mm antes de la superficie.
3. Rodea la estructura con una protección de plastilina y/o de cartón que se ajuste al tamaño de la estructura a replicar para evitar que el alginato se derrame al vaciar.
4. Lee cuidadosamente las instrucciones y prepara la cantidad necesaria de alginato según el tamaño de la estructura a replicar.
5. Vacía la mezcla sobre la estructura y espera a que seque.
6. Retira la estructura del molde de alginato, prepara inmediatamente la cantidad necesaria de yeso y vacía directamente dentro del molde, espera a que se seque y desprende el duplicado.
7. Los alumnos analizarán en las replicas de los fósiles, cuanto influye la presión ejercida al realizar la réplica. Analice que tan fiel es la replica en comparación con el original y cómo influye el tamaño de grano del material que utilizó.

Reconocimiento de fósiles

Observa detenidamente los fósiles proporcionados y registra los datos solicitados en el cuadro 3.2.

RESULTADOS

CUADRO 3.1. Tipos y grados de preservación de las estructuras presentes en la hojarasca.

Tipo de estructura	Número total de estructuras	Grado de conservación	
		Número de ejemplares completos	Número de ejemplares incompletos

CUADRO 3.2. Registro de datos de los fósiles proporcionados.

Número de ejemplar	Tipo de fósil	Grado de preservación	Ambiente	Proceso de fosilización	Autóctono/ Alóctono	Alcance estratigráfico
	Animal/ Planta	Completo/ incompleto				
1						
2						
3						
4						

MANEJO DE RESIDUOS

El manejo de residuos se realizará de acuerdo con el procedimiento, Manejo de Residuos Generados en los Laboratorios de Docencia SGC-FESZ-PO06 (pág.120).

CUESTIONARIO

1. ¿Qué es un fósil y cuántos tipos existen?

2. ¿Qué factores físicos, químicos y biológicos influyen para que se lleve a cabo la fosilización?
3. ¿Cómo se llevan a cabo los procesos de permineralización y carbonización?
4. ¿Se pueden encontrar fósiles en cualquier tipo de roca?
5. ¿Por qué es importante que los fósiles sean autóctonos en un estudio paleoecológico?
6. ¿Qué es más importante en un estudio paleontológico, la cantidad o la calidad de los fósiles? Argumenta.
7. ¿Cuáles son las aplicaciones de los fósiles?
8. ¿Qué es la tafonomía? ¿En qué consiste cada una de las etapas del proceso de fosilización?

BIBLIOGRAFÍA

Behrensmeyer, A.K. (1984). *Taphonomy and the fossil record*. American Scientist, 72, 558-556.

Black, M.R. (1982). *Elementos de Paleontología*. DF, México: Fondo de Cultura Económica.

Brenchley, P.J., Brenchley, P. and Harper, D. (1998). *Palaeoecology: Ecosystems, environments and evolution.* London, UK. CRC Press.

Meléndez, B. (1998). *Tratado de paleontología*. Madrid, España: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Nield, E.W., y Tucker, V. C. (1985). *Palaeontology, an introduction*. Lincoln United Kingdom: Pergamon Press.

Perrillat, M.D.C. (1981). Catálogo de ejemplares tipo de invertebrados fósiles en el Museo de Paleontología del Instituto de Geología, UNAM (No. 560: 4). DF, México: Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología.

Schopf, J.M. (1975). Modes of fossil preservation. *Review of Palaeobotany and Palynology*. 20 (1-2), 27-53.

PRÁCTICA IV

MICROPALEONTOLOGÍA

Objetivo general

Reconocer estructuras microscópicas fósiles (foraminíferos, polen, entre otros) y aplicar algunas técnicas para la separación de microfósiles en laboratorio. Conocer que estructuras y organismos son microfósiles

Objetivos particulares

Reconocer organismos y estructuras microscópicas importantes en el registro fósil (foraminíferos, polen, entre otros).

Aplicar algunas técnicas en el laboratorio para el estudio de microfósiles.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La micropaleontología estudia los fósiles que no suelen sobrepasar el milímetro de tamaño (Molina, 2017). El objeto principal de estudio de esta rama son foraminíferos algas unicelulares, ostrácodos, fragmentos esqueléticos de esponjas (espículas), placas esqueléticas de equinoderrnos, dientes faríngeos de anélidos (escolodontos) de ciertos peces (conodontos), e incluso de algunos restos de mamíferos pequeños. Además de las micro y megaesporas de pteridofitas y granos de polen.

Foraminíferos

Los foraminíferos son protozoos del grupo de los amébidos, con facultad de emitir finos seudópodos y provistos de un caparazón calcáreo de forma y caracteres variables. Casi todos son marinos, y se encuentran en el registro fósil desde el Cámbrico. Por su abundancia los numulítidos son una familia importante dentro de los foraminíferos para el estudio de la estratigrafía del Paleoceno. El caparazón tiene forma de disco con vueltas dispuestas en espiral, cada una circunda a la anterior. Las vueltas están divididas en cámaras limitadas por tabiques, que se comunican por una abertura o hendidura. Son bentónicos y su tamaño oscila entre 5 y 20 mm (Molina, 2017).

Diatomeas

Se trata de algas provistas de una cápsula silícea, llamada frústula, formada por dos valvas que encajan una en otra. Viven en aguas dulces, salobres y marinas. Se han registrado fósiles desde el Triásico y son abundantes en el Paleógeno. Por su forma se clasifican en dos tipos: **pennales** con simetría bilateral y **centrales** con simetría radial (Molina, 2017).

Ostrácodos

Son invertebrados del Phyllum Arthropoda, Clase Crustacea, se caracterizan porque el cuerpo del animal está encerrado en dos valvas mineralizadas, todos son ovíparos, su ciclo de vida lo pueden completar en menos de un año o hasta en tres años en las especies marinas (Reyes y Vásquez, 2003). Tienen una alta tasa de reproducción y existen especies actuales que alcanzan la madurez en un mes. Su tamaño oscila entre 0.15-2.0 mm, aunque existen formas gigantes que alcanzan hasta 80 mm de largo. Estos organismos han habitado todos los medios sedimentarios acuáticos desde el Cámbrico hasta la actualidad. Son considerados excelentes paleoindicadores ya que sus especies son muy sensibles a los cambios de salinidad, tipo de sedimento, cantidad de nutrimentos disueltos y profundidad del cuerpo de agua en el que habitan.

Otolitos

Son estructuras calcáreas que se encuentran en el oído interno de los peces. Están compuestas principalmente por aragonita ($CaCO_3$), y una proteína llamada conquiolina. Son parte del sistema auditivo y participan en el equilibrio de los peces. Difieren en forma y tamaño, estas características reflejan el grado de parentesco entre las diferentes especies de peces. Los otolitos también varían entre poblaciones, de manera que han sido utilizados para la caracterización y diferenciación de las especies. Sus marcas claras y oscuras, similares a anillos cambian con el tiempo y se han utilizado para determinar la edad de los peces, de una manera similar a la de un tronco de árbol.

Polen y esporas

El polen y las esporas son estructuras reproductivas de las plantas. El polen es el gameto masculino de las plantas que se reproducen por semilla (gimnosperma y angiosperma). Mientras que las esporas son células reproductoras de las plantas vasculares inferiores (pteridofitas), hongos y briofitas. El polen y las esporas tienen caracteres morfológicos

suficientes para determinarlas a nivel de género. Por medio del polen y esporas se puede llegar a conocer la composición florística aproximada de un bosque e interpretar las condiciones paleoclimáticas en una cuenca de sedimentación.

MATERIAL Y REACTIVOS

Preparaciones semi- y permanentes de diferentes microfósiles
Sedimento (arena de mar, de río o de lago)
Cajas de Petri pequeñas
Pinceles
Agujas de disección
Placas micropaleontológicas
Bibliografía especializada

EQUIPO

Estereoscopio
Microscopio

SERVICIOS

Corriente eléctrica
Extractores
Agua

PROCEDIMIENTO

Se distribuirán entre los equipos preparaciones permanentes de microfósiles para su observación.

Con ayuda de las figuras 4.A a 4.K y bibliografía especializada describa el organismo o estructura observada (Cuadro 4.1).

Una vez identificado el material con el que se está trabajando elaborar esquemas de cada uno de los tipos de organismos proporcionados, señalando sus principales estructuras,

completa el cuadro 4.2. Si se trata de un organismo paleoindicador, señalar que información puedes obtener a partir de su estudio.

Aplicar técnicas de extracción de microfósiles y estructuras actuales en arena para realizar la observación e identificación del Phyllum. Elabora el esquema correspondiente (Cuadro 4.2).

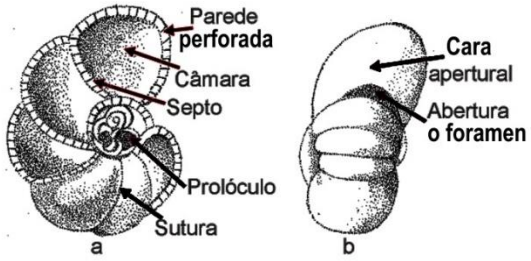


Figura 4.A. Partes de la concha de un foraminífero.

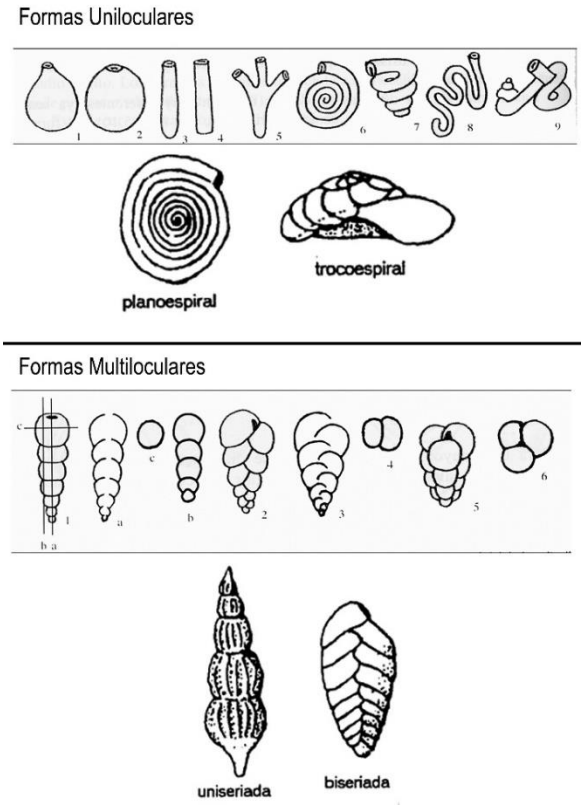


Figura 4.B. Diferentes organizaciones de las cámaras, uniloculares y multiloculares.

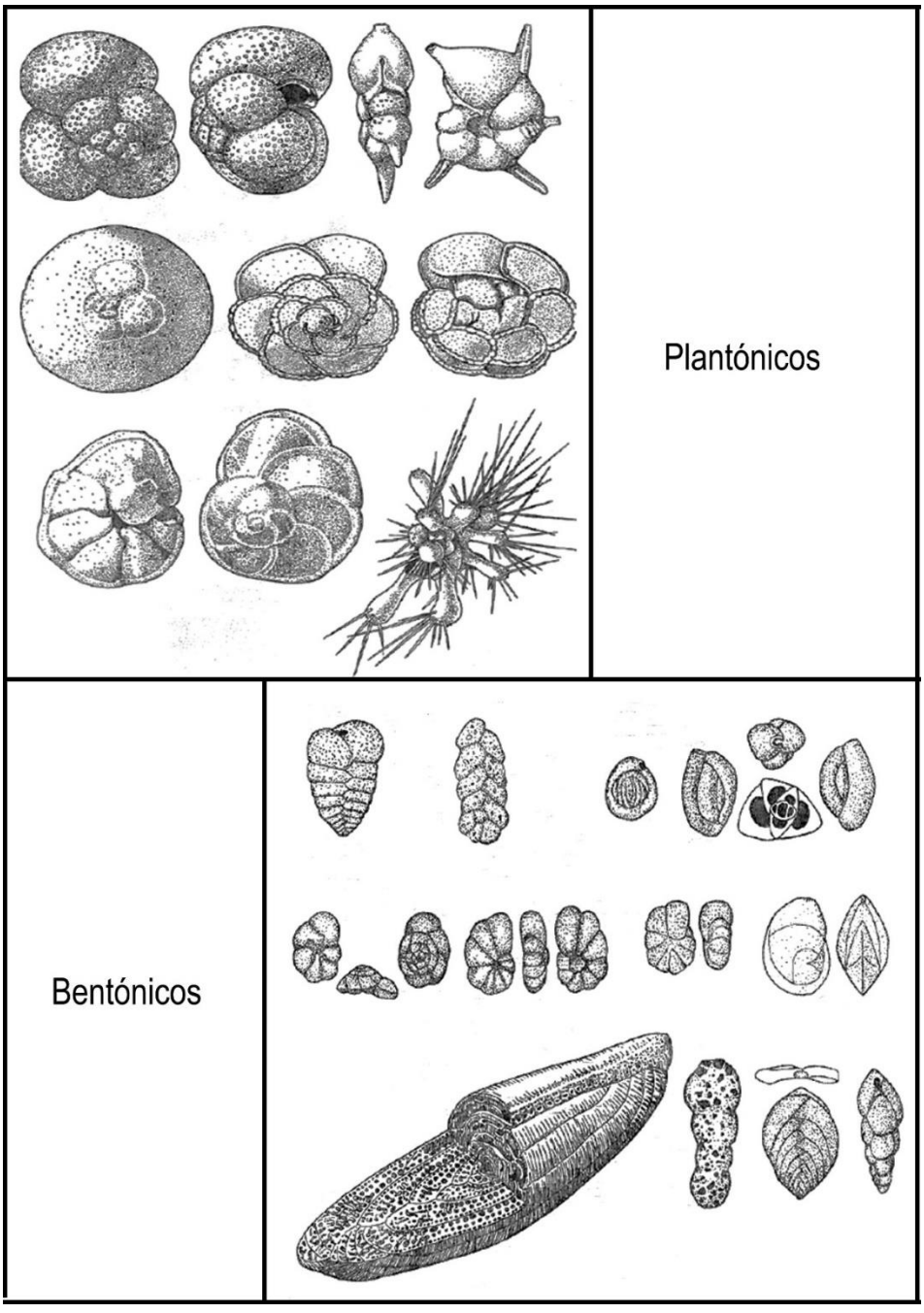


Figura 4.C. Tipos de foraminíferos según forma de vida.

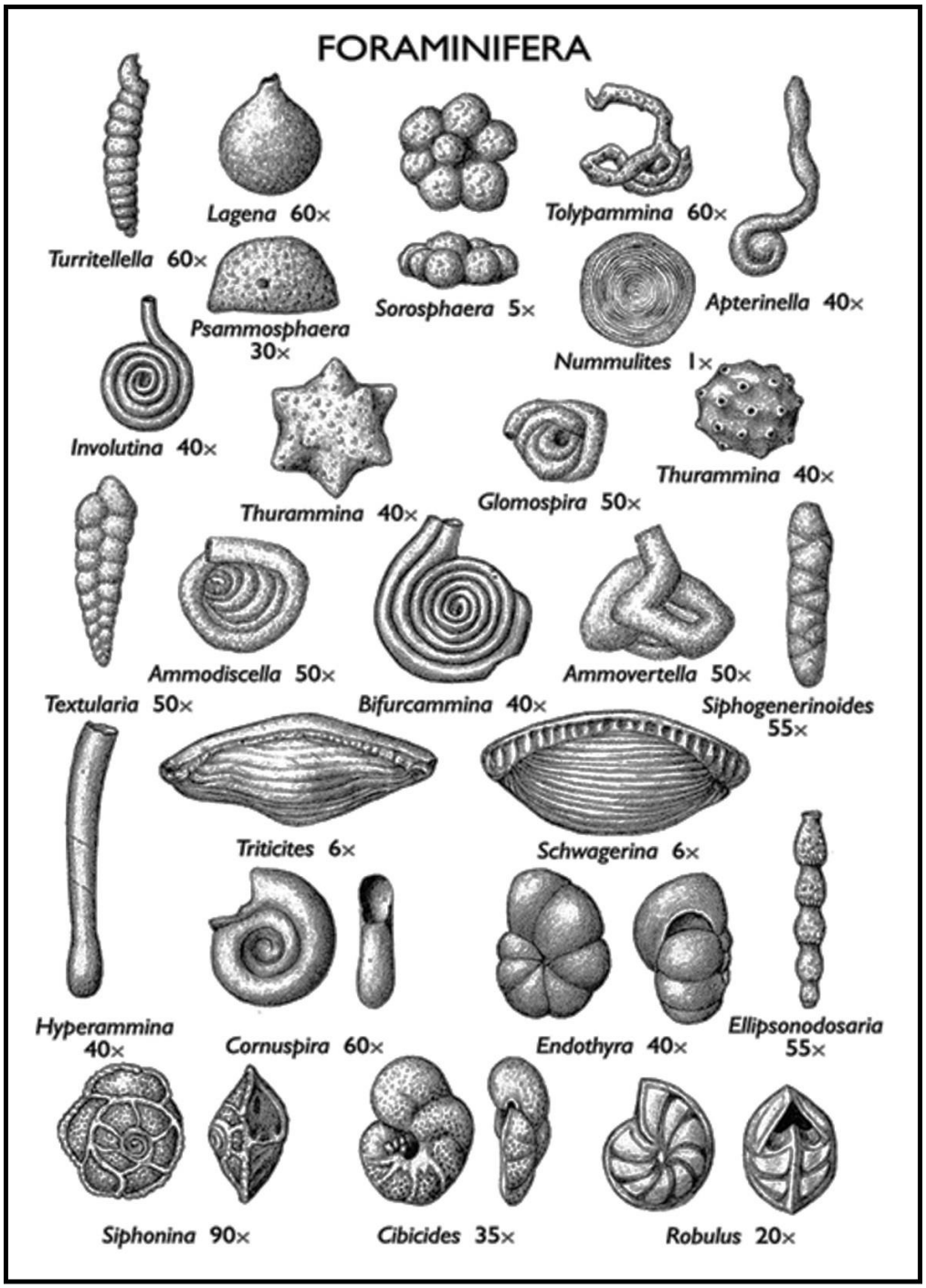
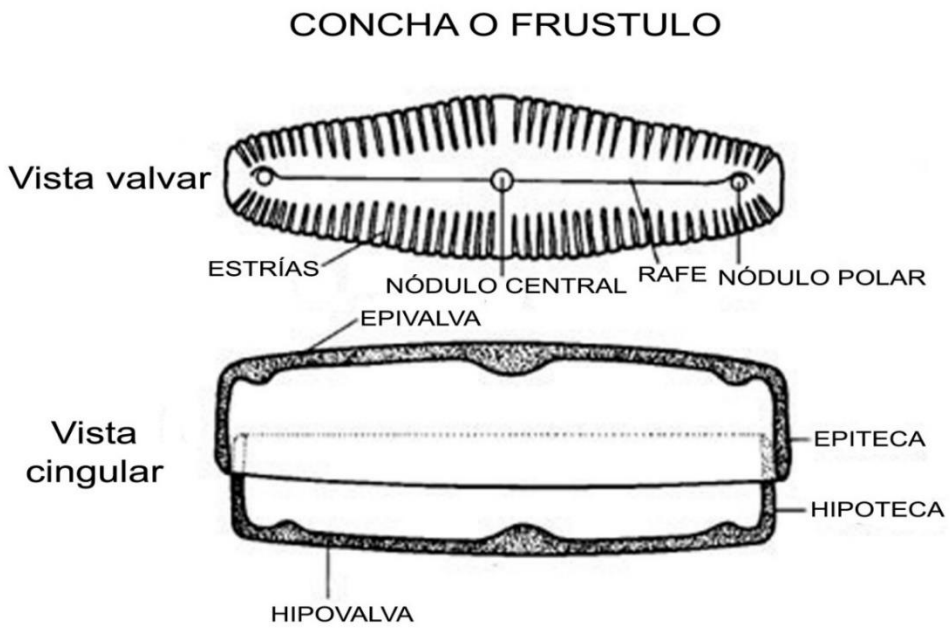


Figura 4.D. Diferentes formas de la concha de los foraminíferos por género.



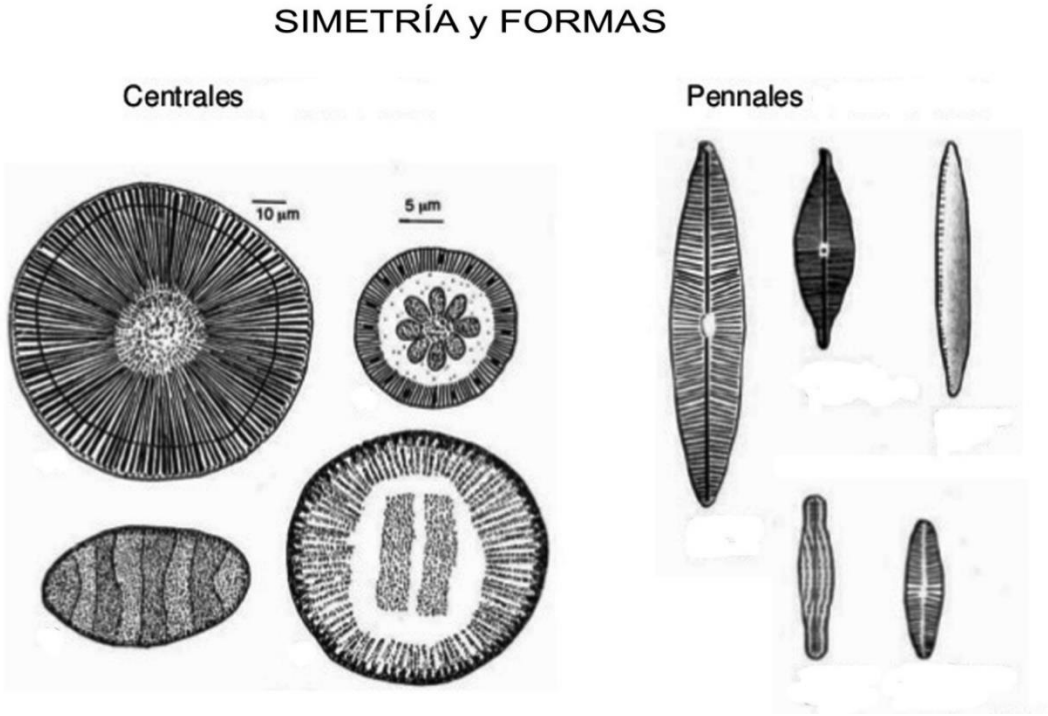


Figura 4.E. Partes, simetría y forma de las diatomeas.

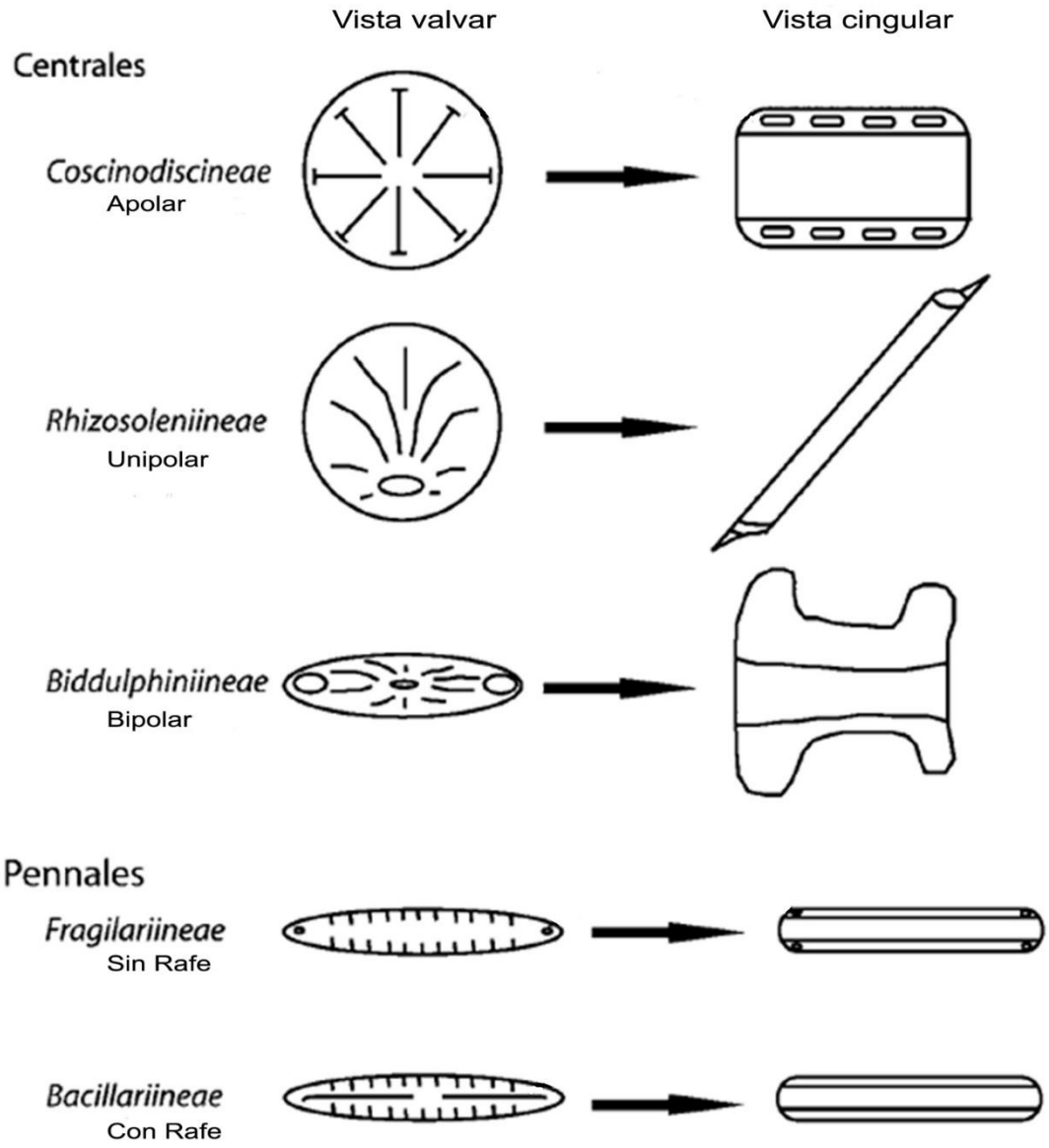


Figura 4.F. Órdenes y subórdenes de las diatomeas.

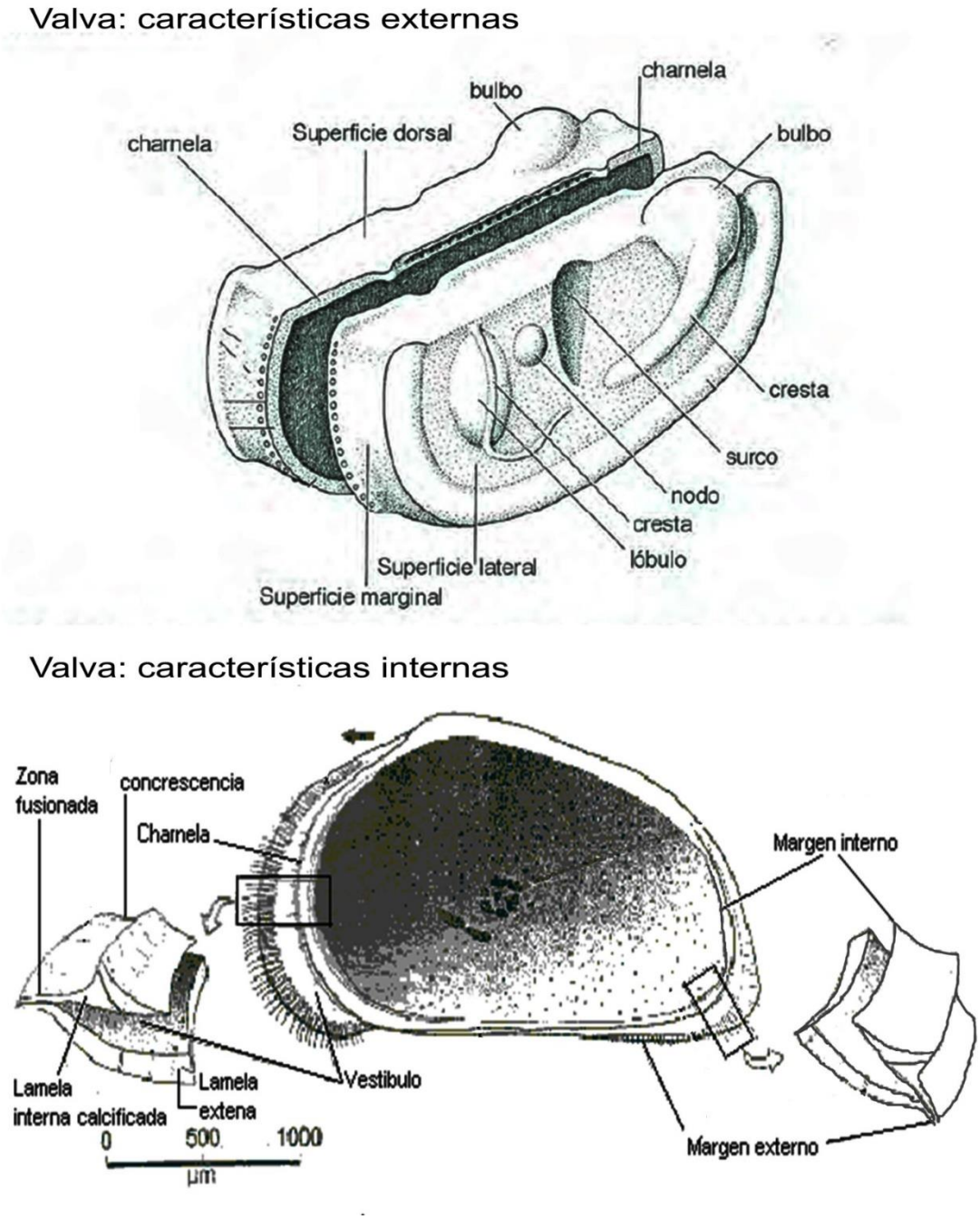


Figura 4.G. Características internas y externas de la valva

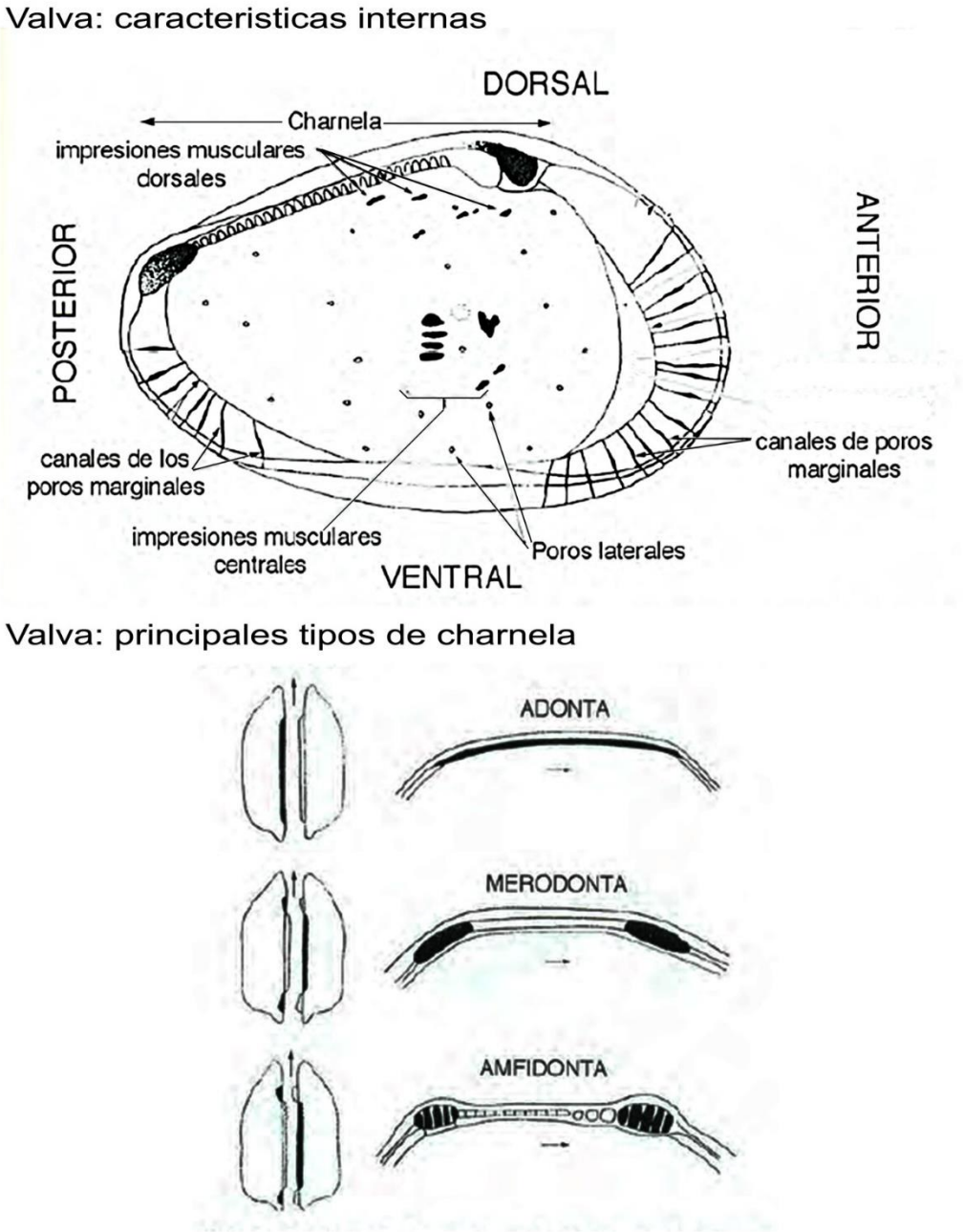


Figura 4.H. Características internas y tipos de charnela.

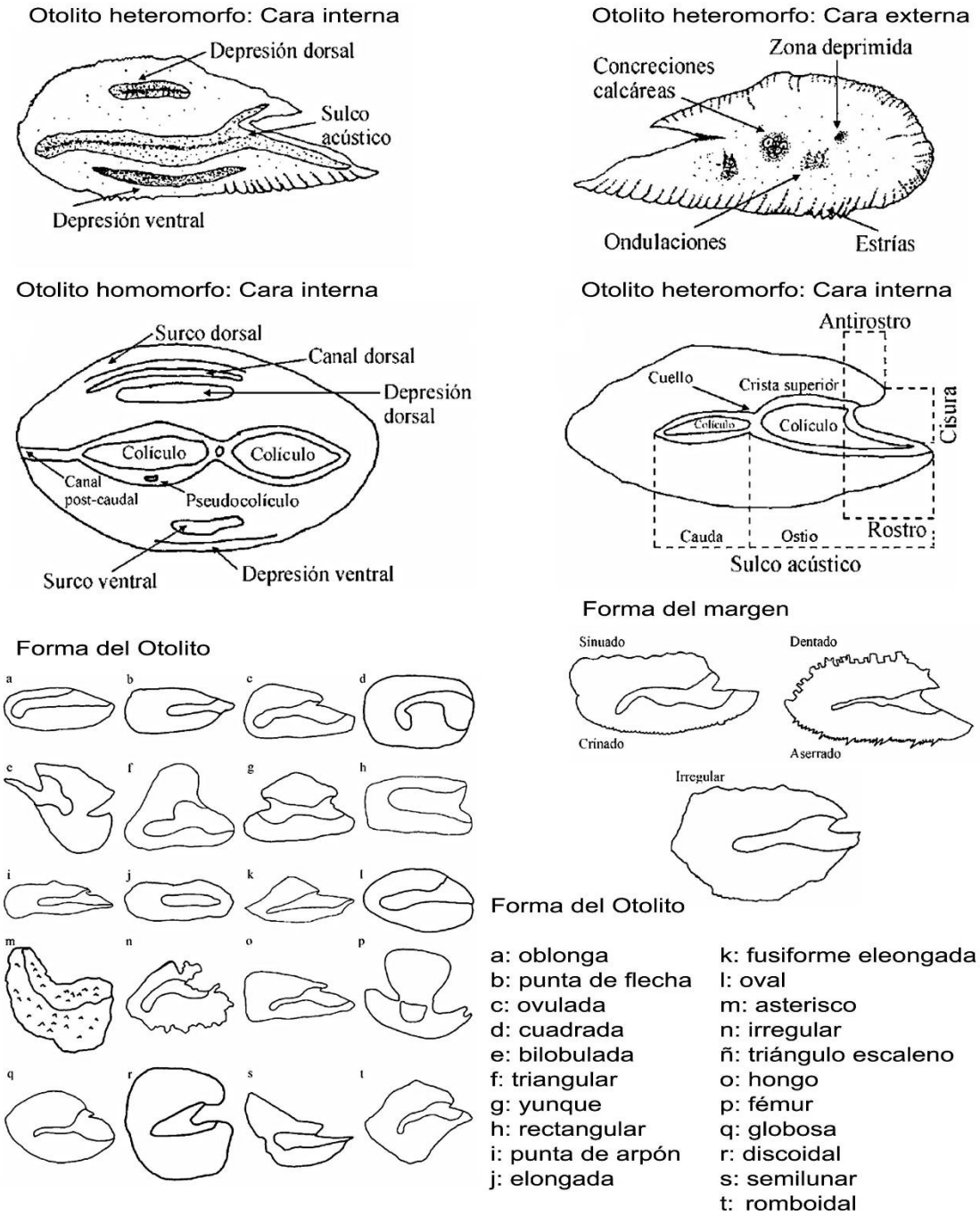


Figura 4.I. Características, tipos y formas de los otolitos.

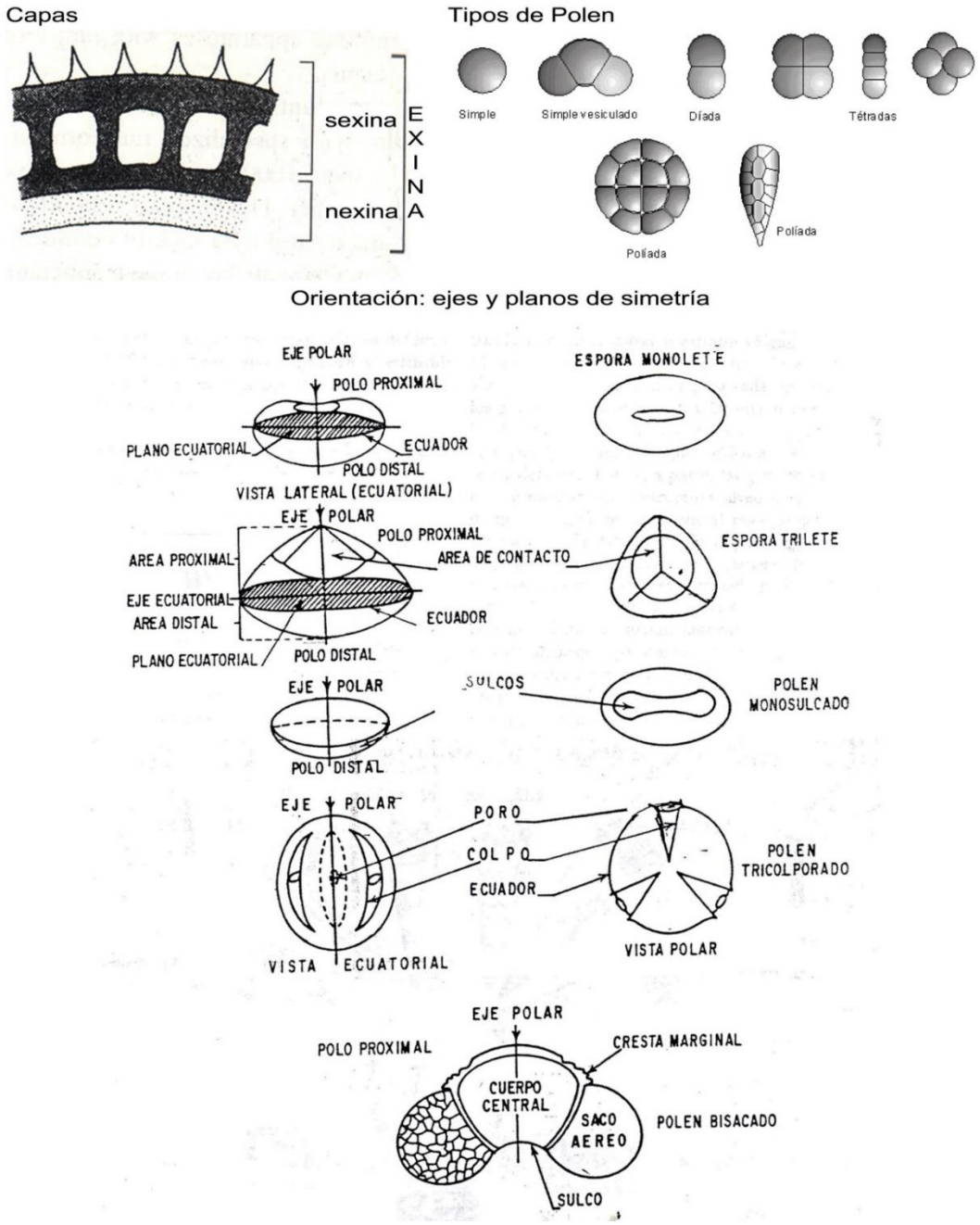


Figura 4.J. Capas, tipos, características y orientación del polen esporas.

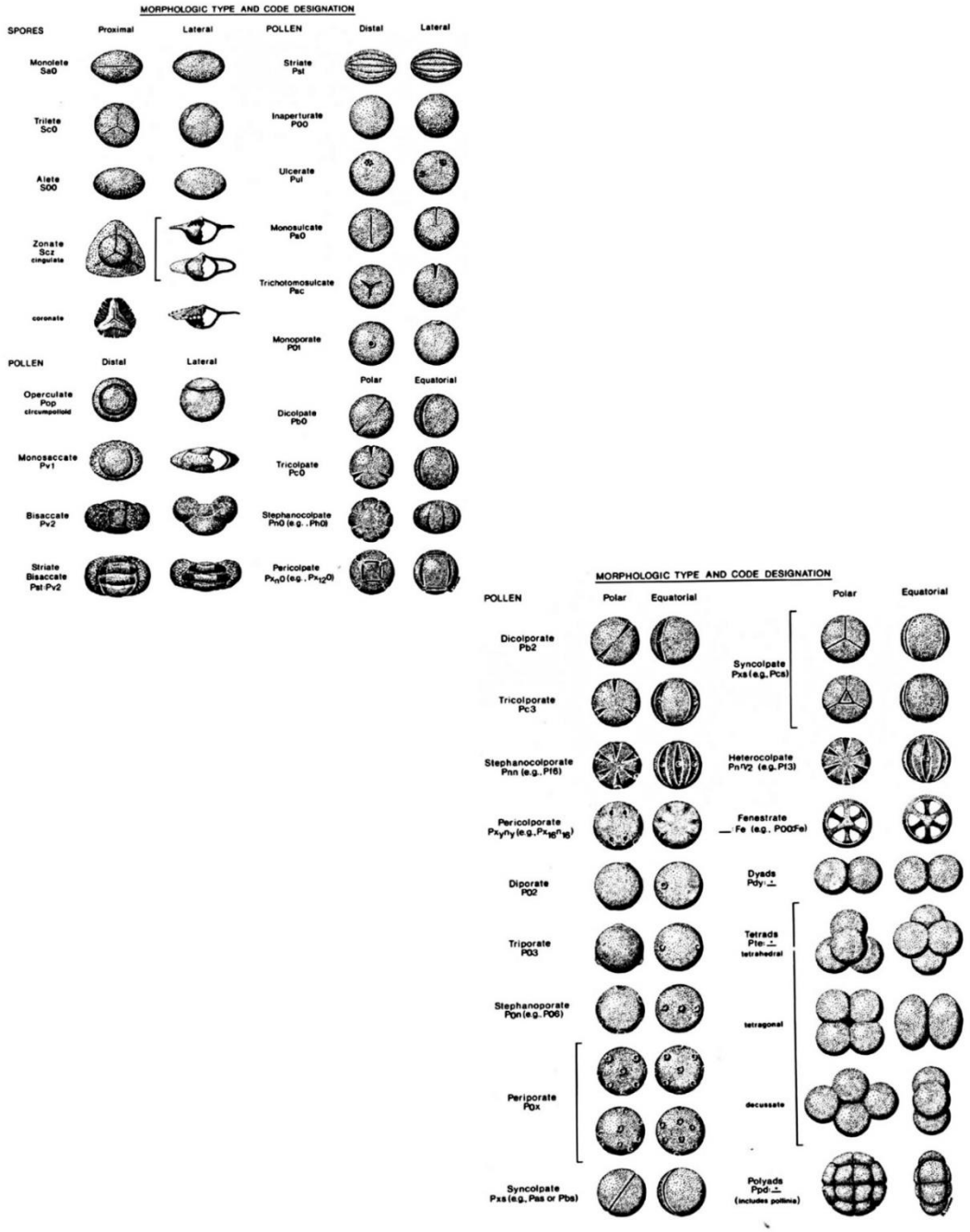


Figura 4.K. Tipos morfológicos y código de designación

RESULTADOS

Cuadro 4. 1. Listado de los organismos observados.

Número de ejemplar	Organismo o estructura	Tipo de concha	Hábitat (ubicación en la columna de agua)
1			
2			

Cuadro 4. 2. Esquemas de las estructuras principales de los organismos observados.

Foraminíferos	**Diatomeas**	**Ostrácodos**
Otolitos	**Polen**	

A partir de los resultados obtenidos discute:

Las condiciones ambientales donde se desarrollaron estos organismos.

Los factores que determinan la abundancia de estos grupos en el registro fósil.

MANEJO DE RESIDUOS

El manejo de residuos se realizará de acuerdo con el procedimiento, Manejo de Residuos Generados en los Laboratorios de Docencia SGC-FESZ-PO06 (pág.120).

CUESTIONARIO

1. ¿Cuál es el campo de aplicación de la micropaleontología?
2. ¿Cuál es la composición química del caparazón de los foraminíferos y su clasificación?

3. ¿Qué géneros constituyen a los llamados foraminíferos gigantes y cuál es su tamaño?
4. ¿Cuál es la importancia económica de los foraminíferos?
5. ¿Qué estudia la palinología y qué aplicación tiene para entender la evolución de las plantas?
6. ¿Qué es un ostrácodo, dónde habita, qué parte del organismo fosiliza y qué aplicación tiene su estudio en la Paleontología?
7. ¿Qué es un otolito? ¿Por qué son abundantes en el registro fósil?
8. ¿Cuál es la diferencia entre una diatomea pennada y una radial? Esquematice.
9. ¿En qué tiempo geológico ya se tiene registro de las diatomeas dulceacuícolas?

BIBLIOGRAFÍA

Black, R.M. (1976). *Elementos de paleontología*. DF, México: Fondo de Cultura Económica.

Meléndez, B. (1998). *Tratado de Paleontología*. Madrid, España: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Molina, E. (2017). Micropaleontología. Zaragoza, España: Prensas de la Universidad de Zaragoza.

Reitsma, T. (1970). Suggestions towards unification of descriptive terminology of angiosperm pollenn grains*. Review of Palaeobotany and Palynology*, *10* (1), 39-60.

Reyes, T.A. y Vásquez, R.S.D. (2003). *Determinación taxonómica y geoquímica de la concha de ostrácodos fósiles pertenecientes al Plioceno presentes en Sanctorum* Hidalgo, México. DF, México: Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. Tesis de Licenciatura.

Schultze, H.P. (ed.). (1985). *Handbook of Paleoichthyology*. New York: Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.

PRÁCTICA V

MORFOLOGÍA DE GRUPOS FÓSILES
PHYLLUM MOLLUSCA

OBJETIVO GENERAL

Reconocer caracteres anatómicos con importancia taxonómica de las clases Gastropoda, Bivalvia y Cefalopoda, con un gran número de organismos fosilizados.

Objetivos particulares

Reconocer el proceso de fosilización en los fósiles proporcionados.

Describir las principales estructuras anatómicas características de cada clase.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Phyllum Mollusca (Bivalvia, Gastropoda y Cefalopoda).

Los moluscos son invertebrados de cuerpo blando que forman un caparazón externo duro. Se dividen en ocho clases, en esta práctica sólo se hará énfasis en tres: Bivalvia, Gastropoda y Cefalopoda. La mayoría son marinos, aunque algunos habitan en agua dulce, son móviles y presentan cabeza, cuerpo, manto y pie, algunos gasterópodos son terrestres.

Los fósiles de los moluscos son importantes por su abundancia en el registro fósil de nuestro país y está ampliamente representado desde el Cámbrico hasta la actualidad en todo el mundo (Meléndez, 1998).

CLASE BIVALVIA

Este grupo es acuático, de vida sedentaria principalmente. Se distinguen por presentar el cuerpo comprimido lateralmente y encerrado entre dos valvas calcáreas para protección, unidas dorsalmente por un ligamento córneo y elástico.

La concha presenta una parte calcárea y otra orgánica que segrega el manto. La capa exterior se denomina periostraco, las interiores están formadas por cristales de calcita o de aragonita. Los bivalvos en la parte la parte anterior tienen una abertura que corresponde a la boca y en la posterior está el ano, en posición dorsal está la charnela.

El umbo se encuentra en el dorso y en la mayoría de los casos enfrente del ligamento que puede ser externo o interno a la charnela. Cada charnela tiene dientes que encajan en las fosetas de la placa opuesta, los dientes que están debajo del umbo son los cardinales y los demás son llamados los laterales, por medio de ellos las valvas abren y cierran junto con un sistema de músculos aductores, los cuales están marcados en el interior de las valvas, cada valva tiene un musculo anterior y otro posterior.

Paralelo al borde ventral está la impresión paleal que une el músculo anterior con el posterior, en algunos casos ésta no es entera, puede tener una hendidura denominada seno paleal, la profundidad de ésta es proporcional a la longitud de los sifones, que determina el grado de enterramiento del animal. En los fósiles este seno raramente se observa.

La mayoría de los bivalvos tienen simetría bilateral y se denominan equivalvos, por el contrario, es inequilateral cuando el eje que va desde el umbo hasta el borde ventral.

Como representantes fósiles de algunos géneros importantes en México se encuentran: *Ostreas*, *Trigonias, Exogyras, Inoceramus* e *Hippurites,* entre otros (Alencaster, 1956; Escalante, 2011).

CLASE CEPHALOPODA

Los cefalópodos también llamados sifonópodos son moluscos con simetría bilateral y su masa muscular se diferencia en una serie de tentáculos cefálicos y en un embudo musculoso. En la mayoría de los cefalópodos el único representante viviente es *Nautilus*.

Poseen una concha externa univalva dividida en cámaras por tabiques o septos, los cuales son atravesados por un tubo llamado sifón, que va desde el manto hasta el ápice de la concha.

Su registro fósil es abundante y en función de la estructura de la concha se dividen en las subclases: Nautiloidea, Amonoidea y Coleoidea (Meléndez, 1998), en esta práctica se hará énfasis en Amonoidea.

Amonoideos

Son exclusivamente fósiles. La forma general de la concha es variada, está constituida de aragonita, arrollada en espiral plana, las cuales pueden ser evolutas o involutas.

La concha está formada por la protoconcha o cámara embrionaria y el fragmocono dividido en cámaras por los septos. Los tabiques se doblan al unirse con la pared de la concha y las suturas se disponen en zig-zag, los pliegues hacia adelante son las sillas y los que se proyectan hacia atrás son los lóbulos. Con base en la forma que presentan las líneas de sutura se dividen en: Ceratitoide, Goniatitoide y Arnmonitoide.

CLASE GASTROPODA

La principal característica de los gasterópodos es la torsión de su cuerpo que les confiere asimetría; tienen una cabeza diferenciada anteriormente y un pie muscular en la parte ventral. La concha típica es un tubo cónico en espiral.

En la actualidad es el grupo más abundante, la mayoría son acuáticos. La concha que se fosiliza, está formada por carbonato cálcico. Su porción distal está cerrada y termina en un ápice agudo y en el otro extremo está la abertura, con un arrollamiento típico en espiral progresivo, el espiral plano es excepcional, cada paso de rosca completo es una vuelta, la línea que une las sucesivas vueltas se llama sutura, el conjunto de vueltas y suturas forma la espiral, la concha se enrosca alrededor de su eje formando la columnilla interna: La última vuelta puede tener formas variadas. La porción posterior es la que se encuentra del lado del ápice y la anterior en el lado opuesto. La ornamentación de la concha puede ser variada, las marcas internas se reducen a las cicatrices que dejan los músculos que unen la concha con el organismo, como en algunos fósiles del género *Nerinea* (Fischer, 1989).

MATERIAL Y REACTIVOS

Fósiles del Phyllum Mollusca proporcionados por el profesor
Conchas actuales del Phyllum Mollusca proporcionados por el profesor
Lupa 10X
Mapa de la República Mexicana con división política
Bibliografía especializada

Reactivos

Ácido clorhídrico (HCl 10%)

EQUIPO

Estereoscopio

SERVICIOS

Corriente eléctrica
Extractores
Agua

PROCEDIMIENTO

Observe la morfología externa del material proporcionado y asigne a la clase de moluscos que les corresponda, considere las figuras 5.A a 5.F y describa el probable proceso de fosilización (Cuadro 5.1). En el Cuadro 5.2 realice un esquema y reconozca las estructuras de cada clase. En un mapa señale las localidades de los fósiles revisados e indique la edad probable de los mismos.

Clase Bivalvia: Morfología

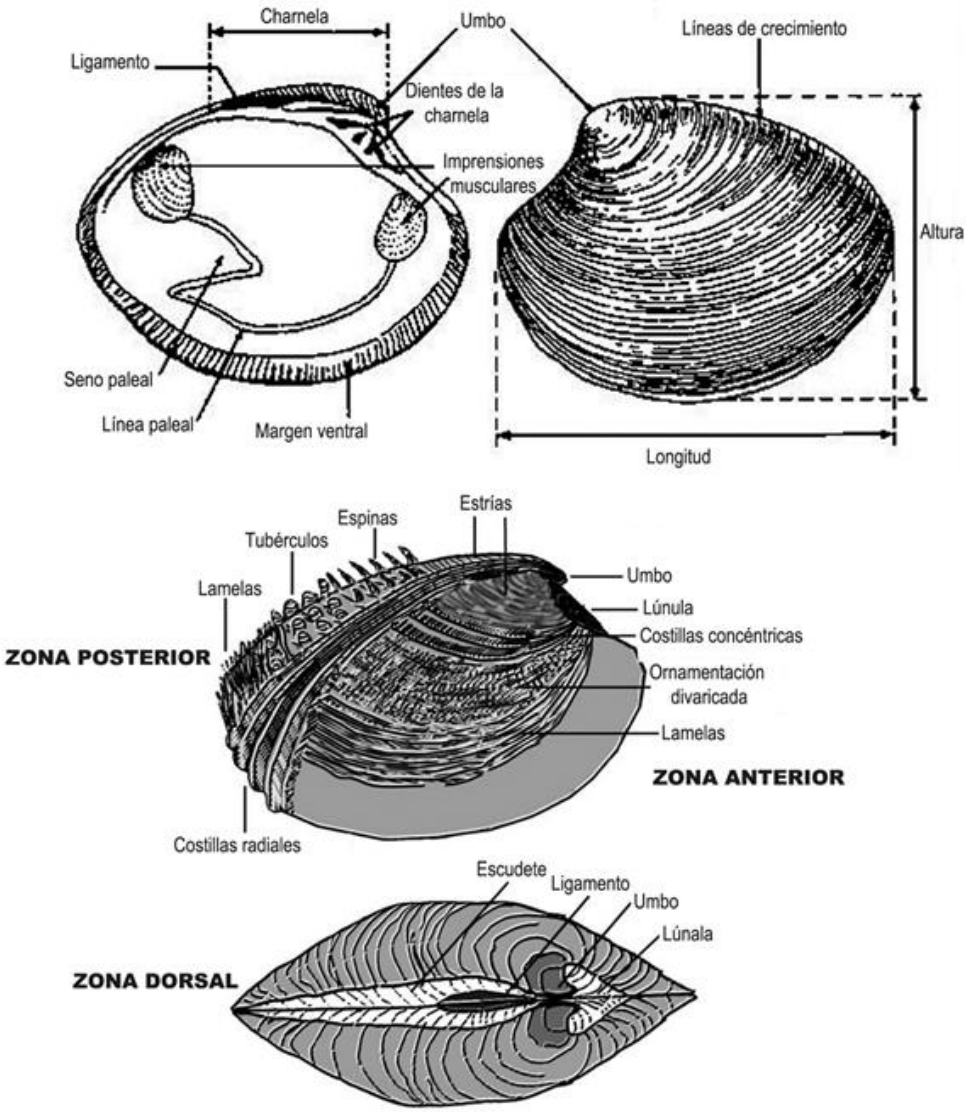


Figura 5. A. Morfología de Bivalvos (Tomado y modificado de http://www.fao.org/3/y5720s/y5720s06.htm).

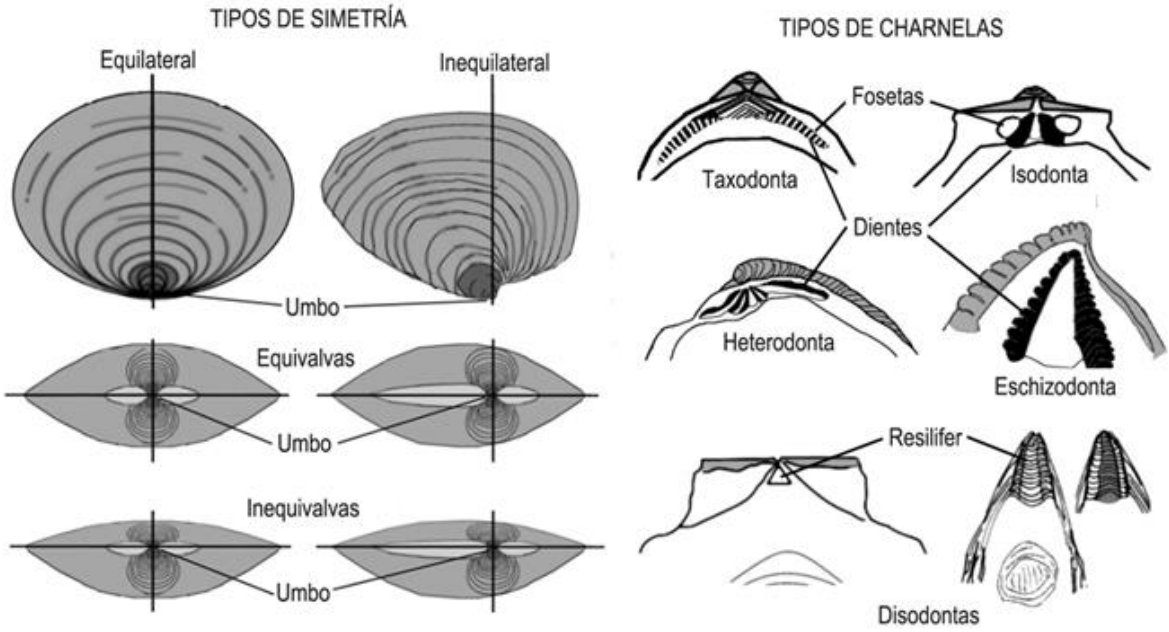


Figura 5.B. Simetría de las conchas y tipos de charnelas **(Tomado y modificado de http://www.regmurcia.com/servlet/s.sl?sit=c,365,yr=rep-27467-detalle_reportajes).**

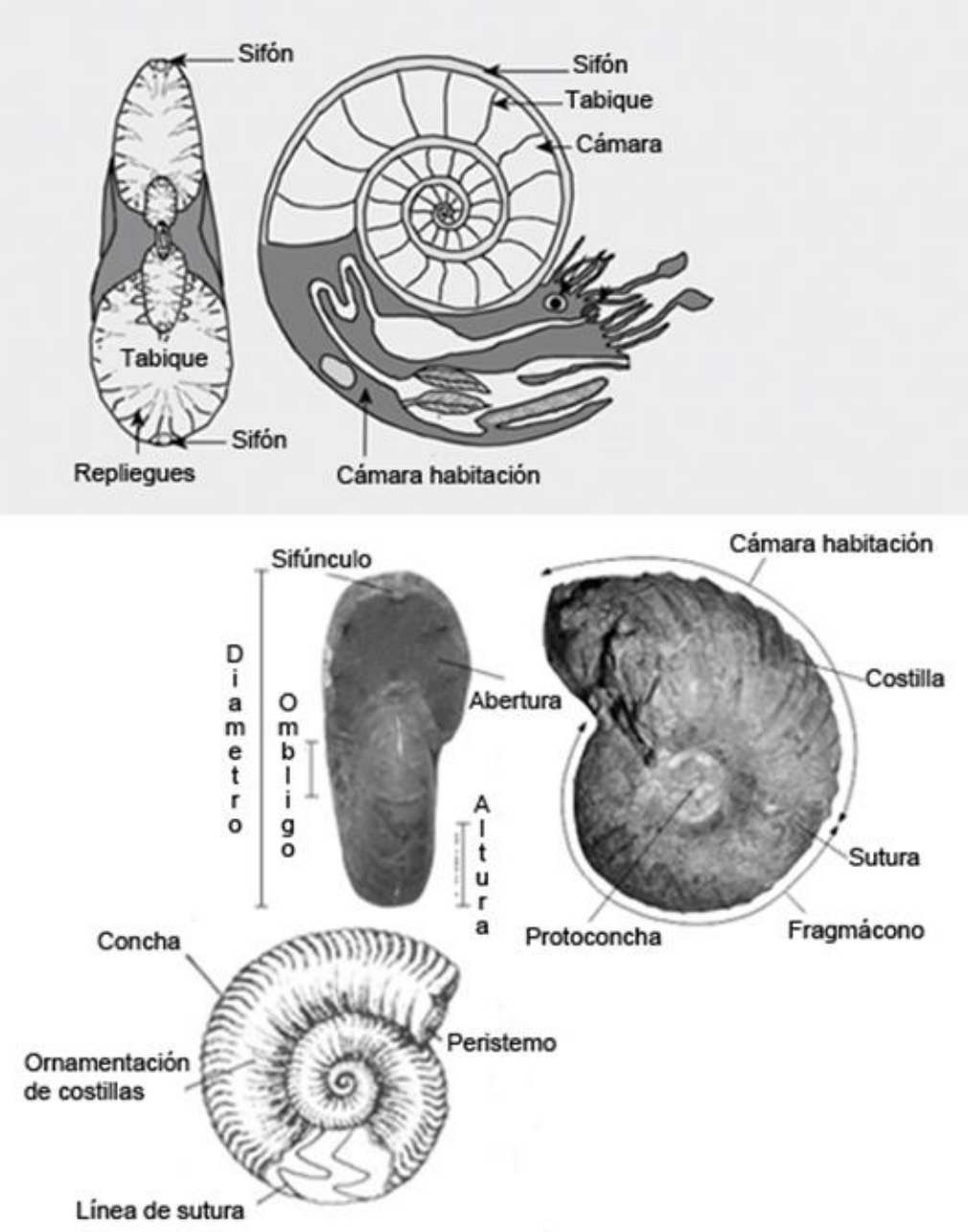


Figura 5.C. Anatomía de un amonoide (Tomado y modificado de http://www.regmurcia.com/servlet/s.sl?sit=c,365,yr=rep-27467-detalle_reportajes).

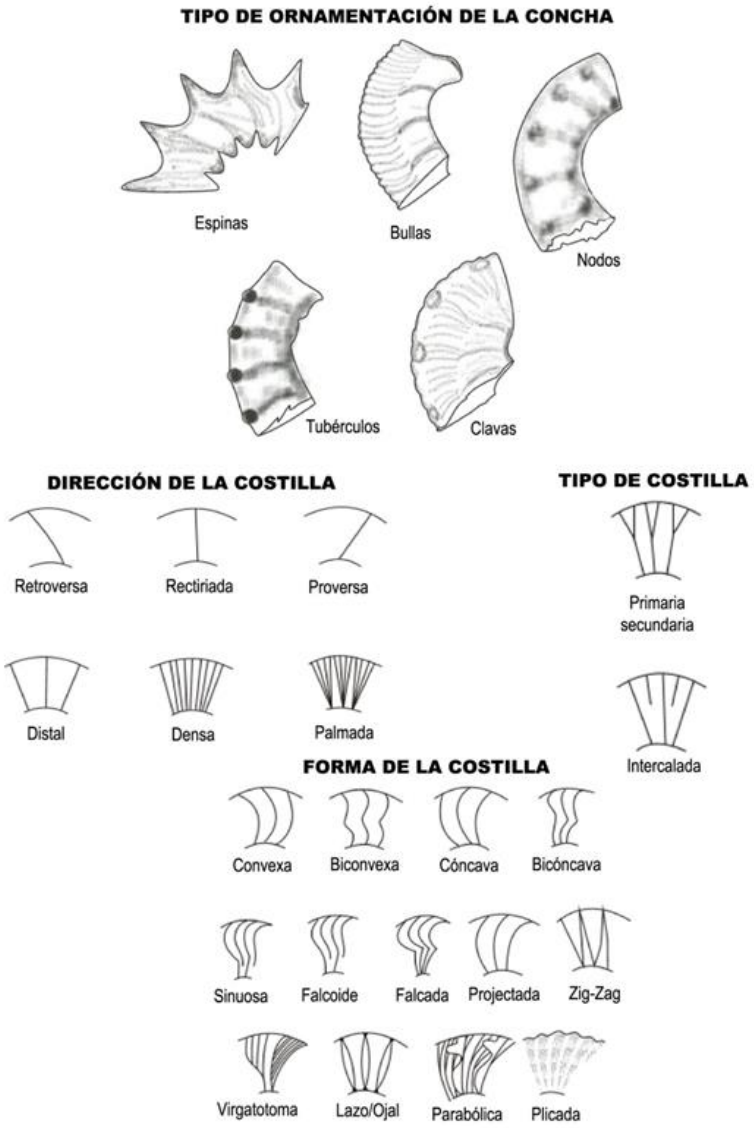


Figura 5.D. Ornamentación, dirección, forma y tipo de las costillas presentes en los amonoides (Tomado y modificado http://fosiles-pablo.blogspot.com/2013/08/).

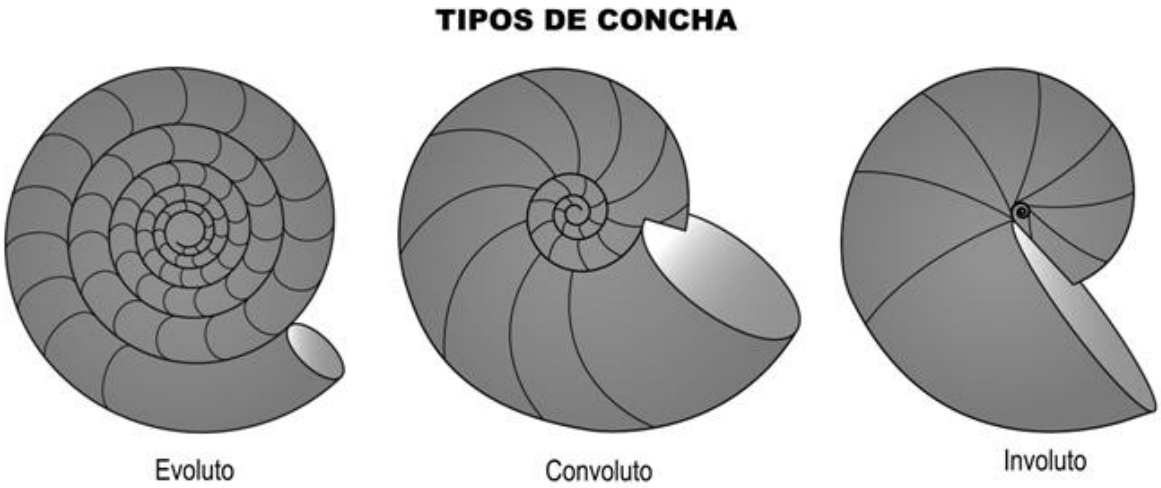


Figura 5.E. Tipos de concha (Tomado y modificado de http://www.fao.org/3/y5720s/y5720s06.htm).

Figura 5.F. Enrosque y forma de las conchas de gasteropodos (Tomado y modificado de http://www.gastrosoler.com/pagina_nueva_179.htm).

RESULTADOS

CUADRO 5.1. Listado de los organismos observados.

Número de ejemplar	Clase	Proceso de fosilización	Alcance estratigráfico	Autóctono/Alóctono
1				
2				

CUADRO 5.2. Esquemas de los organismos observados y sus estructuras principales.

Bivalvos	**Cefalópodos**	**Gasterópodos**

MANEJO DE RESIDUOS

El manejo de residuos se realizará de acuerdo con el procedimiento, Manejo de Residuos Generados en los Laboratorios de Docencia SGC-FESZ-PO06 (pág. 120).

CUESTIONARIO

l. ¿Cuál es el concepto de especie en paleontología?
2. ¿Qué caracteres se utilizan para identificar a la clase Bivalvia? Esquematice.
3. ¿Qué forma de vida presentan las clases a las que corresponden los fósiles observados y cuál es la importancia de la forma de vida durante el proceso de fosilización?
4. ¿Cuáles son las localidades fosilíferas mexicanas, donde se han registrado fósiles de bivalvos? ¿Cuál es su edad geológica?
5. ¿Cuál es la historia geológica de los gasterópodos? Descríbala.
6. En los amonites ¿cuándo una concha es evoluta o involuta?
7. ¿Cómo son las suturas en los amonites? Descríbalas y esquematícelas.

8. ¿Cuál es la historia geológica de los amonites? Descríbala
9. ¿Cuál de las clases estudiadas puede ser fósil guía?

BIBLIOGRAFÍA

Alencaster de C. G. (1956). Pelecípodos y gasteropódos del Cretácico Inferior de la región de San Juan Raya-Zapotitlán, estado de Puebla. Paleontología Mexicana, número 2. DF, México: Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Black, M.R. (1982). *Elementos de Paleontología*. DF, México: Fondo de Cultura Económica.

Cantú-Chapa, A. (1977). Los cefalópodos del Paleozoico de México. *Geociencias,* 1.

De Cserna, G. A. (1956). Pelecípodos y gasterópodos del cretácico inferior de la región de San Juan Raya, Zapotitlán, Estado de Puebla. *Paleontología Mexicana*, *2*(2).

Escalante, R. (2011). *Conularidos y gasterópodos del Carbonífero de Nochistlán, estado de Oaxaca.* Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. DF, México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Fischer, R. (1989). Paleoecología de moluscos. Short Course 20-24 febrero, México. Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Meléndez, B. (1998). *Paleontología*. 3a. ed., Madrid, España: Thomson-Paraninfo.

Meléndez, B. (1998). *Tratado de Paleontología*. Madrid, España: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Moore, R.C., y Lalicker, C. G. (1952). *Invertebrate fossils*. New York, USA: Mc. Graw-Hill.

Nield, E.W., y Tucker, V. C. (1985). *Palaeontology, an introduction*. Lincoln United Kingdom: Pergamon Press.

Ruggiero M., y Gordon D., eds. (2013). Consensus Management Hierarchy for the ITIS y Species 2000 Catalogue of Life. Contributors: Nicolas Bailly, Thierry Bourgoin, Richard Brusca, Thomas Cavalier-Smith, Daphne Fautin, Dennis Gordon, Gerald Guala,

Michael Guiry, Paul Kirk, Elliot Lefkowitz, David Mabberly, David Maddison, Alan Paton, Michael Ruggiero, Peter Stevens, y Brian Tyndall.

Helm, M.M.; Bourne, N.; Lovatelli, A. (2019, Agosto 1). Segunda parte, Biología básica de los bivalvos: taxonomía, anatomía y ciclo vital. http://www.fao.org/3/y5720s/y5720s06.htm

Del Ramo, A y Guillén, F. (2019, Agosto 2). Bivalvos. Fósiles-Moluscos-Bivalvos-Región de Murcia Digital de http://www.regmurcia.com/servlet/s.Sl?sit=c,365,yr=ReP-27467-DETALLE_REPORTAJES

(S.A.). (2019, Agosto 5). Cefalópodos: nautiloideos, ammonoideos y coleoideos. Fósiles-Pablo de http://fosiles-pablo.blogspot.com/2013/08/los-ammonites.html#comment-form

PRÁCTICA VI

PALEOBOTÁNICA

OBJETIVO GENERAL

Reconocer megafósiles de plantas, diferenciar y comprender los conceptos de, petrificación, compresión carbonosa e impresión, como procesos de fosilización importantes en vegetales.

Objetivos particulares

Analizar la morfología de los grupos fósiles de los órdenes Filicales, Cycadeoidales y Magnoliales, como grupos relevantes del Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico.

Reconocer la importancia de la arquitectura foliar como fuente de caracteres taxonómicos, herramientas útiles en la identificación y descripción de plantas fósiles.

Utilizar la información que aportan los taxa revisados para inferir condiciones paleoecológicas y paleoclimáticas y comprender como influye el clima sobre la estructura de las plantas.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Algunos de los cambios que han registrado las plantas a través de su historia evolutiva, se han documentado a través del registro fósil. La Paleobotánica estudia a las plantas fósiles a través del registro fósil de hojas, estructuras reproductoras, semillas, troncos y polen y uno de sus objetivos es la reconstrucción, reconocimiento e inferencia de su organización biológica.
Existen dos métodos usados por los paleobotánicos para hacer las reconstrucciones de las plantas: inferir la morfología y comparar las características anatómicas de los fósiles de plantas con su pariente vivo más cercano.
Los fósiles de plantas son útiles para investigar e inferir condiciones paleoambientales debido a que sus estructuras y funciones se relacionan claramente con las variaciones

del medio. Además del potencial para la investigación en Paleobotánica, muchas de las localidades fosilíferas de plantas son fuente importante de recursos energéticos. Por ejemplo, las minas de hulla y antracita en Europa, Asia y Norteamérica, cuyo origen probable es la acumulación de restos vegetales procedentes de bosques extensos en tiempos pretéritos.

Las localidades mexicanas más antiguas con registro fósil de plantas se localizan en los estados de Hidalgo y Puebla, en las formaciones Tuzuancoa y Matzitzi, respectivamente, las cuales corresponden al Pérmico (Paleozoico). Del Mesozoico destaca la formación Huizachal del Triásico en el Estado de Hidalgo y las unidades estratigráficas Jurásicas: Rosario, Tecocoyunca y Zorrillo en los estados de Guerrero, Puebla y Oaxaca. En estas últimas se preservaron principalmente estructuras vegetativas y reproductivas de gimnospermas. La división Cycadophyta tuvo una amplia distribución geográfica durante la era Mesozoica, esta incluye al orden Bennettitales (Cycadeidales), el cual se extingue al final de esta era y al orden Cycadales con representantes aún existentes. Este último después de haber tenido una gran diversidad y distribución mundial en el Mesozoico, actualmente existen 11 géneros y 160 especies que se distribuyen en: América del Sur, América Central, Sur de África, Australia, México y este de Asia.

En 1975 Hickey y Wolfe, investigadores norteamericanos, revisaron plantas actuales y fósiles de angiospermas y propusieron un esquema filogenético basado en la arquitectura foliar, como una alternativa para identificar restos foliares. Tal esquema considera la condición de las venas, los órdenes y el desarrollo en la hoja. Así mismo formalizaron la terminología apropiada para la descripción de hojas. Su propuesta no se aleja de los sistemas planteados por Cronquist y Tahktajan, por lo que tiende a ser natural y evolutivo.

MATERIAL Y REACTIVOS

Ejemplares fósiles de formaciones mexicanas de diferentes edades geológicas
Bibliografía especializada sobre la morfología general de las hojas de Pteridophytas y gimnospermas y angiospermas
Vernier
Agujas de disección

EQUIPO

Estereoscopio

SERVICIOS

Corriente eléctrica
Extractores
Agua

PROCEDIMIENTO

Se trabajará con ejemplares fósiles de diferentes formaciones y edades geológicas de México: Formación Matzitzi del Pérmico, Huizachal correspondiente al Triásico, Tecocoyunca, Zorrillo y Rosario del Jurásico y Atotonilco el Grande del Plioceno.

Observar y describir la morfología de los fósiles de plantas proporcionados, para relacionar sus estructuras con los siguientes Ordenes: Filicales, Bennettitales (Cycadeoidales) o Magnoliales. Para lo anterior utilice las figuras 6.A a 6.F. Además, debe identificar el proceso de fosilización, el alcance estratigráfico y el origen autóctono o alóctono de cada ejemplar. Registrar sus resultados en el Cuadro 6.1.

Con apoyo de las figuras 6.A a 6.F realizar un esquema en el que se reconozcan las estructuras correspondientes a cada Orden taxonómico. Registrar sus resultados en el Cuadro 6.2.

Ubicar en un mapa de la República Mexicana la distribución de localidades con registro paleobotánico y comparar con la distribución actual de cada uno de los órdenes taxonómicos con los que trabajó en la práctica.

En el Cuadro 6.3, señale tres caracteres taxonómicos y tres adaptativos al ambiente, para las Magnoliales revisadas.

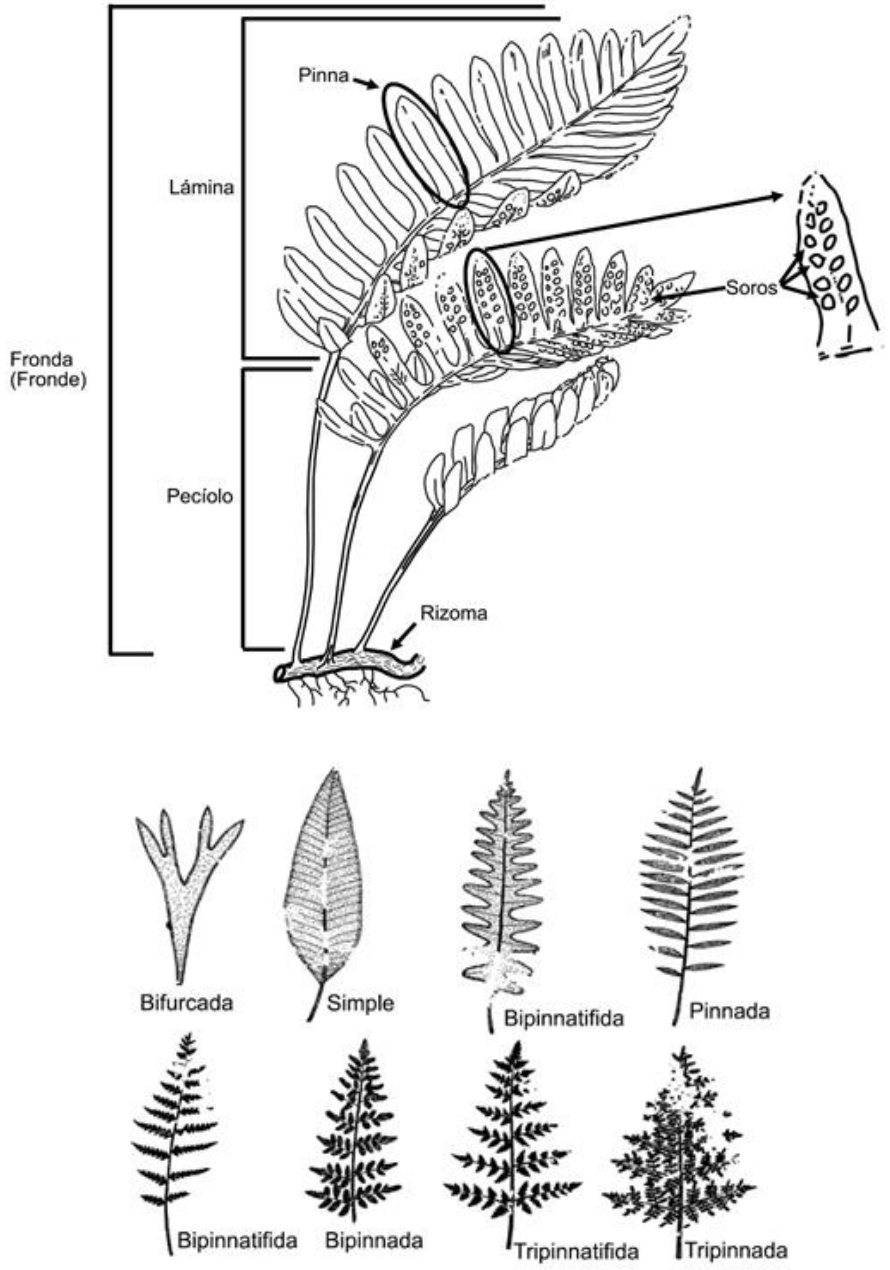


Figura 6.A. Morfología general de helechos y tipos de láminas

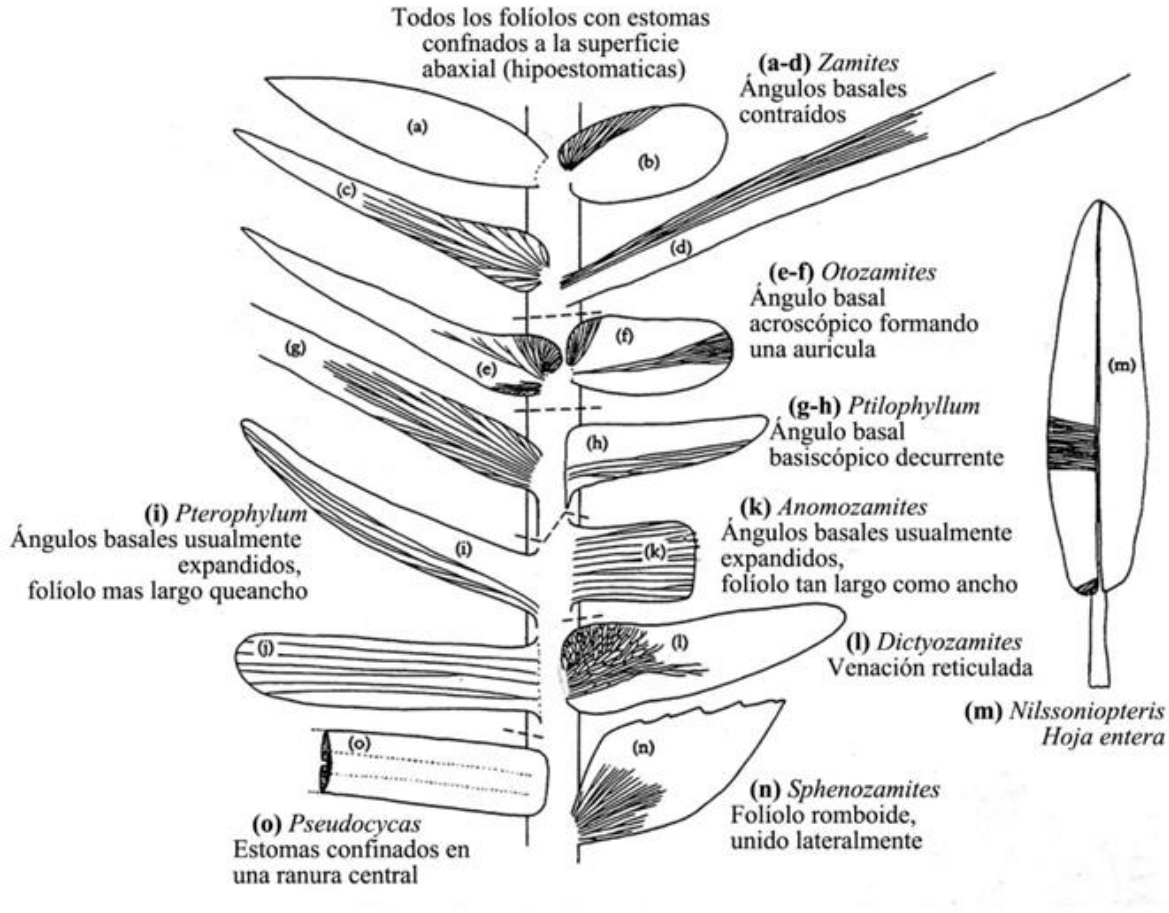


Figura 6.B. Clave morfológica para la identificación a nivel de género de los folíolos de las Bennettitales (Cycadeoidales). Tomado y modificado de Watson y Sincock, 1992.

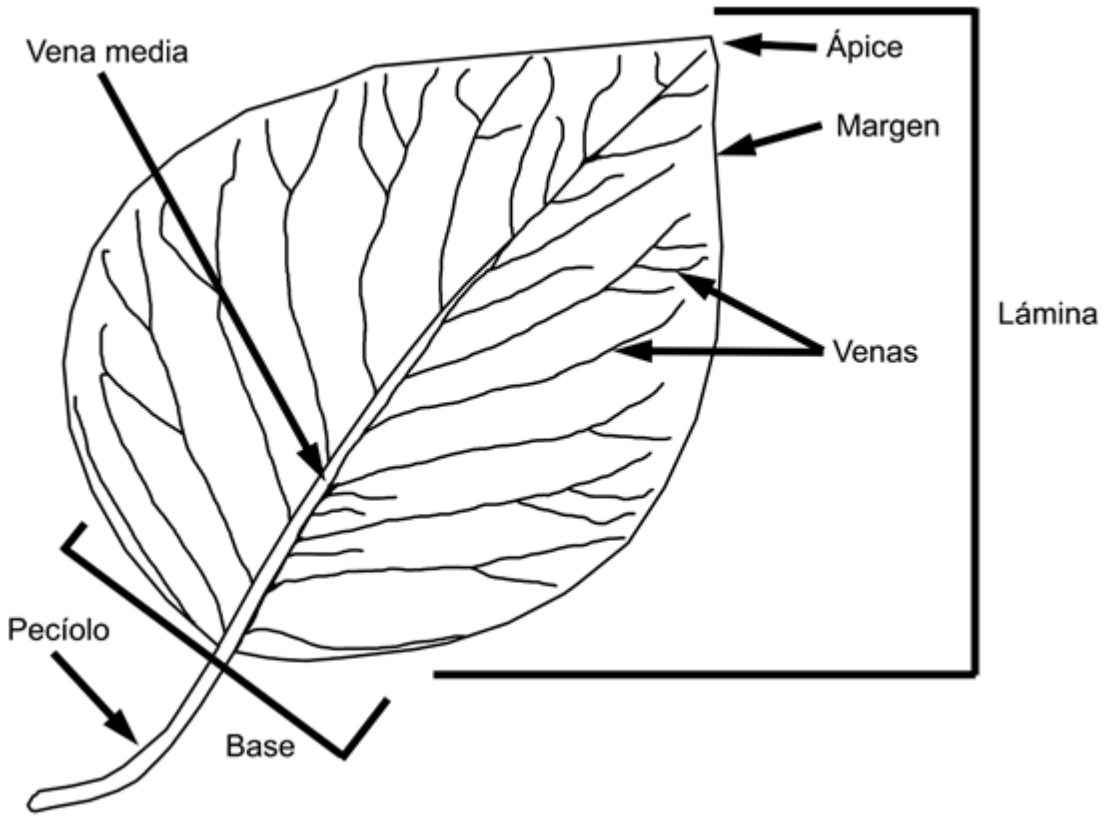


Figura 6.C. Características morfológicas generales de hojas de angiospermas. Tomado y modificado de https://www.thoughtco.com/plant-leaves-and-leaf-anatomy-373618

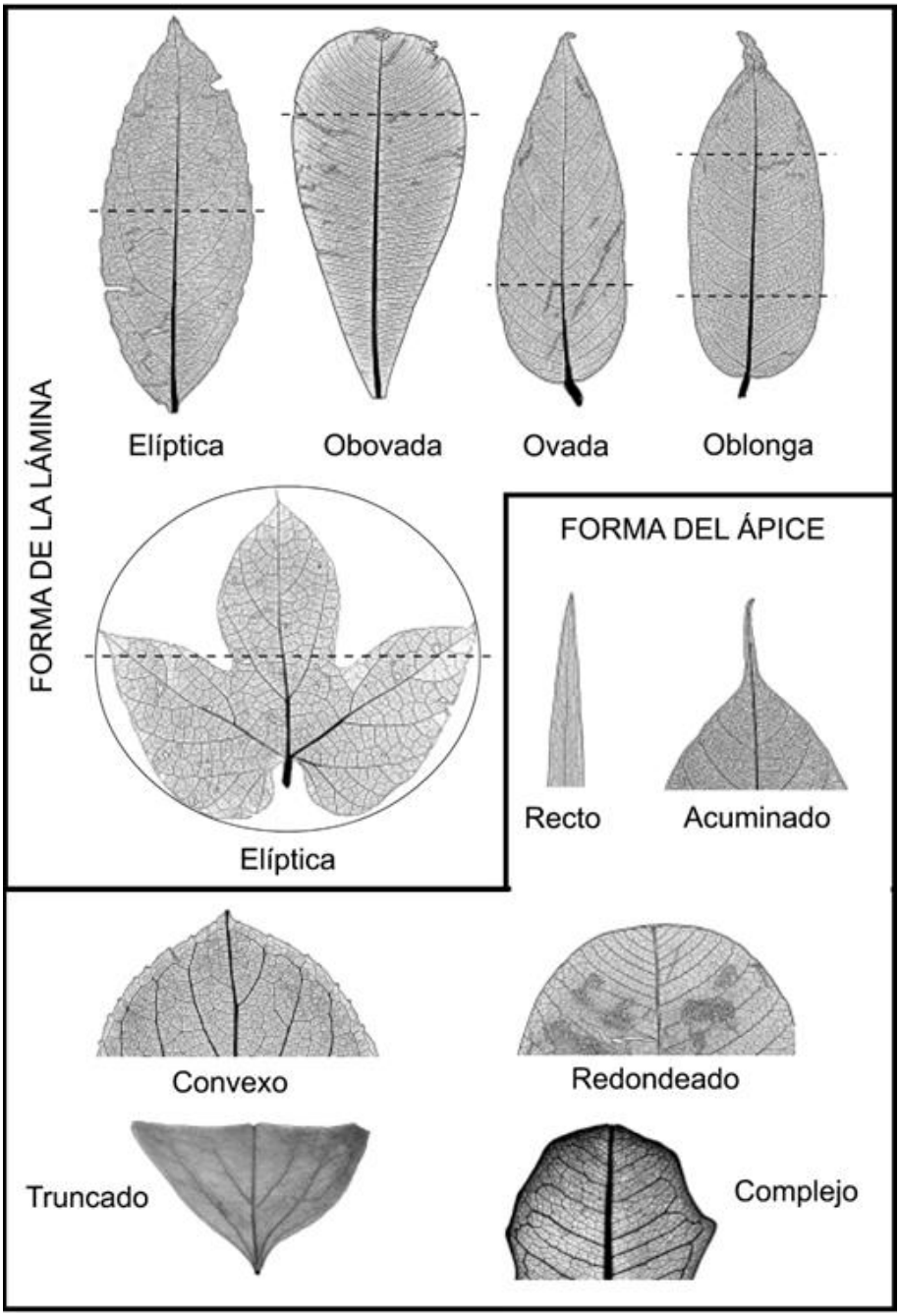


Figura 6.D. Forma de la lámina y del ápice en angiospermas. Tomado y modificado de Manual de Arquitectura Foliar, 1999

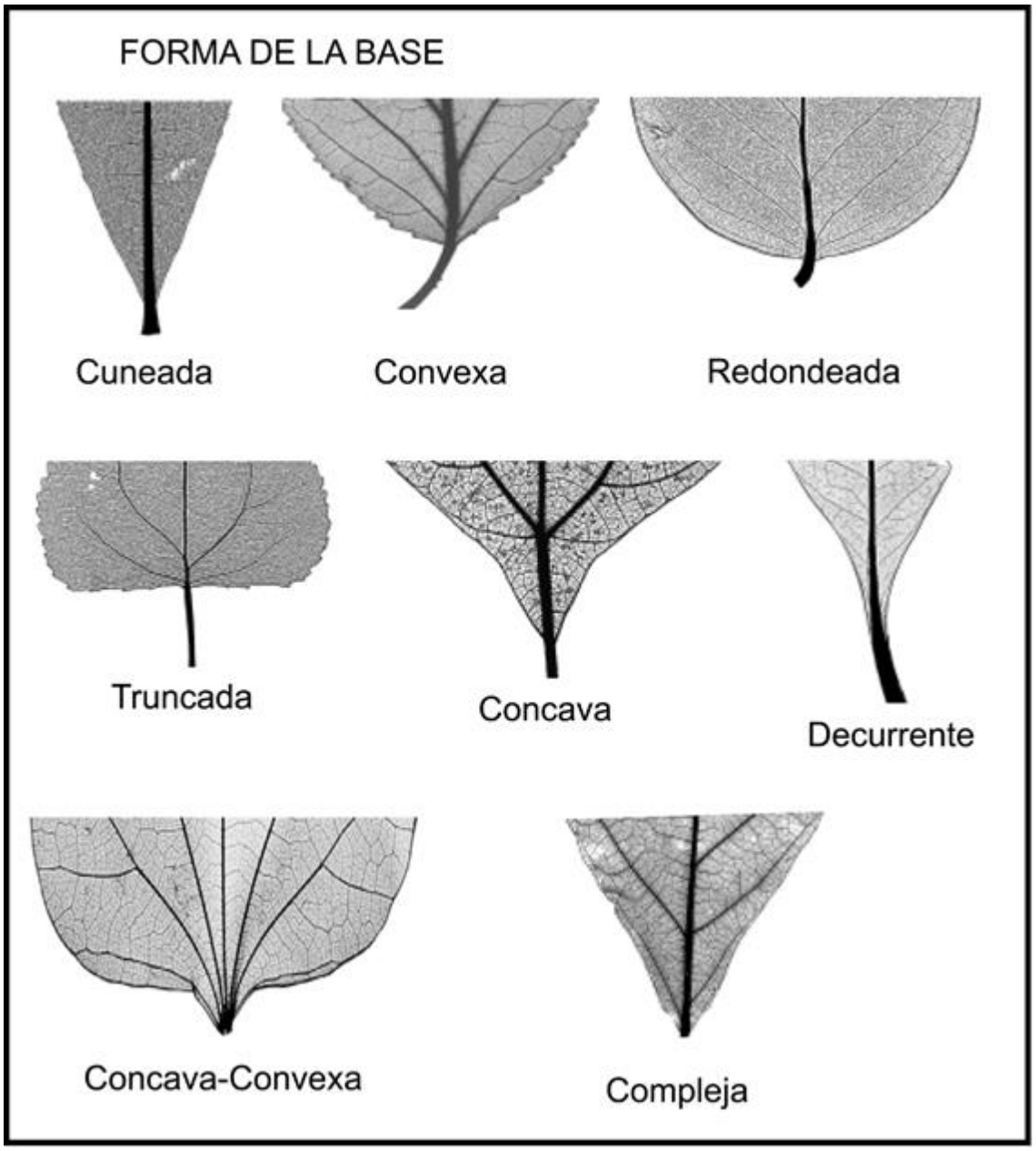


Figura 6.E. Forma de la base de hojas en angiospermas. Tomado y modificado de Manual de Arquitectura Foliar, 1999.

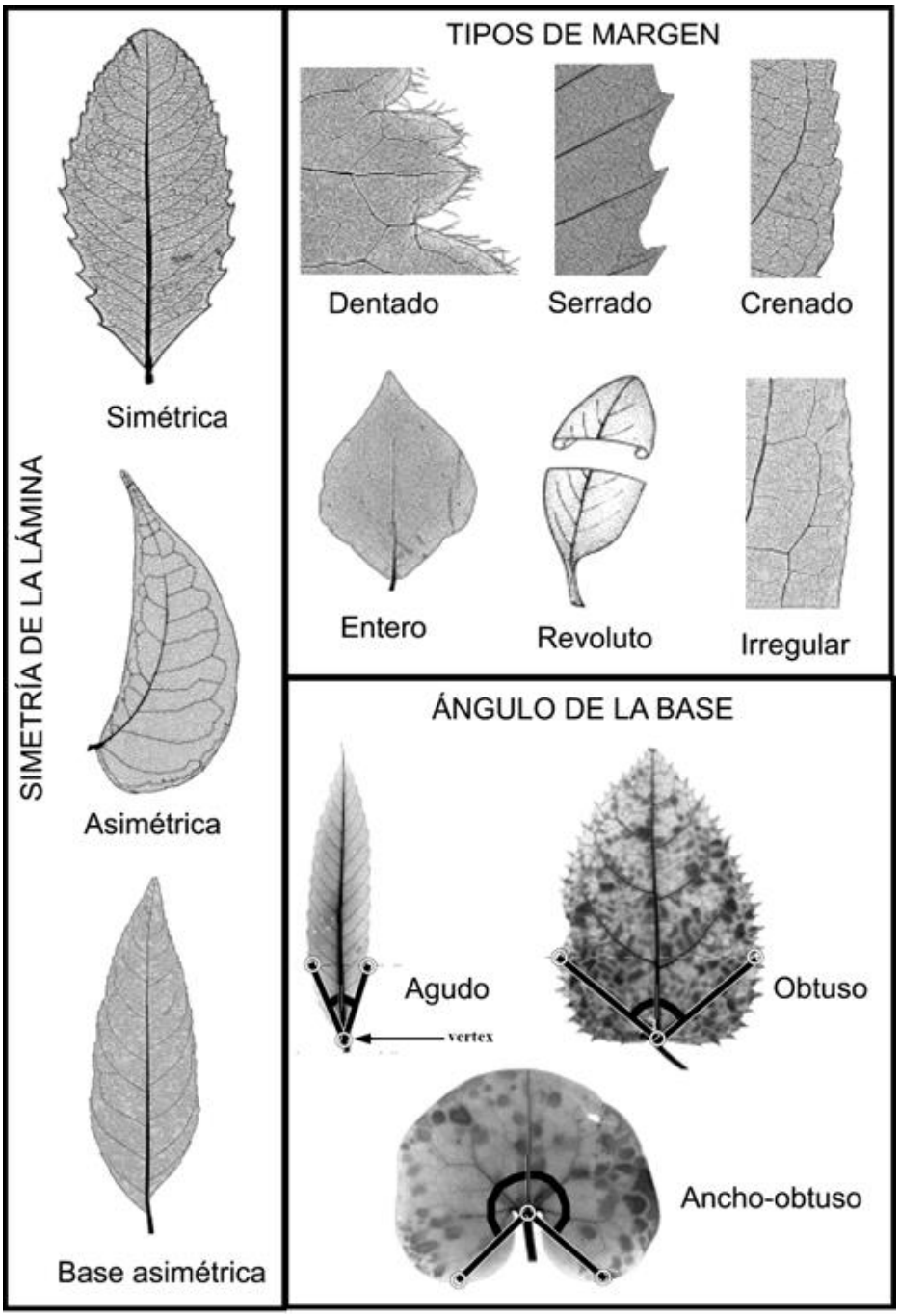


Figura 6.F. Simetría de la lámina, tipos de margen y ángulo de la base en hojas de angiospermas. Tomado y modificado de Manual de Arquitectura Foliar, 1999.

RESULTADOS

CUADRO 6. 1. Listado de los ejemplares observados durante la práctica.

Número de ejemplar	Orden	Proceso de fosilización	Alcance estratigráfico	Autóctono/ Alóctono

CUADRO 6.2. Esquemas de los ejemplares observados.

Filicales	Gimnospermas	Magnoliales

CUADRO 6 3. Caracteres adaptativos y taxonómicos importantes en las angiospermas.

	Caracteres adaptativos		Caracteres taxonómicos	
	Hoja 1	Hoja 2	Hoja 1	Hoja 2
1				
2				

MANEJO DE RESIDUOS

El manejo de residuos se realizará de acuerdo con el procedimiento, Manejo de Residuos Generados en los Laboratorios de Docencia SGC-FESZ-PO06 (pág. 120).

CUESTIONARIO

1. ¿A qué se refieren los términos género-forma y fosilitaxón?
2. ¿En qué periodo está documentada la aparición de las primeras plantas adaptadas al medio terrestre?
3. ¿Qué caracteres son importantes para la clasificación de los helechos?
4. ¿Por qué las plantas son buenas paleoindicadoras?
5. ¿Cuál es el alcance estratigráfico de los grupos que se revisarán en el laboratorio?
6. ¿Qué formas de vida que presentaron las Filicales, Bennettitales (Cycadales) y Magnoliales?
7. ¿Cuáles son los órganos de las plantas más abundantes en el registro fósil? Explique.

BIBLIOGRAFÍA

Cevallos-Ferriz, S. R., González-Torres, E. A., y Calvillo-Canadell, L. (2012). Perspectiva paleobotánica y geológica de la biodiversidad en México. *Acta botánica mexicana*, (100), 317-350.

Dilcher, D. L. (1974). Approaches to the identification of angiosperm leaf remains. *The botanical review*, *40* (1), 1-157.

Hickey, L. J. (1973). Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. *American Journal of Botany*, 60:17-33.

Hickey, L. J., y Wolfe, J. A. (1975). The bases of angiosperm phylogeny: vegetative morphology. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 62: 538-589.

Meyen, S. (1987). *Fundamentals of palaeobotany*. Springer Science y Business Media.

Taylor, T. N., Taylor, E. L. y Krings, M. (2009). *Paleobotany the biology and evolution of fossil plants* (segunda edición). E.U. A. Elsevier Inc.

Velasco-de León, M.P., Flores-Barragán, M.A., Ortiz-Martínez, E.L. y Lozano-Carmona D.E. (2019) Catalogo de Nuevos registros de la Paleoflora del Paleozoico superior de México. UNAM, FES Zaragoza. 33p

Watson, J., y Sincock, C. A. (1992). Bennettitales of the English Wealden, Monograph of the Palaeontographical Soc. 2-228.

Zijlstra, G. (2014). Important changes in the rulesof nomenclature, especially those relevant for paleobotanist. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 207:1-4.

UNIDAD II

MÉTODO CIENTÍFICO

EXPERIMENTO 1

Intemperismo

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un experimento, basado en el método científico, donde se induzca y evalúe cualitativa o cuantitativamente el intemperismo físico, químico o biológico en las rocas.

Objetivos particulares

Aplicar el método científico para demostrar el intemperismo en rocas.

Investigar el material, el procedimiento y las propiedades de los reactivos necesarios para desarrollar el experimento.

Proponer y desarrollar un anteproyecto de docencia-investigación basado en el método científico.

Evaluar cualitativa o cuantitativamente el intemperismo físico, químico o biológico en rocas.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Se estima que el planeta se formó hace 4500 millones de años, y desde entonces su fisiografía ha experimentado modificaciones constantes dada la dinámica de sus componentes. Un evento de gran importancia fue la formación de la corteza continental (~4000 millones de años). La corteza terrestre es una capa delgada de unos 35 kilómetros en promedio, que está formada por diferentes tipos de rocas: ígneas, metamórficas y sedimentarias; en comparación con la corteza oceánica que básicamente está compuesta de rocas basálticas de origen ígneo (Meléndez, 1998).

La corteza continental está en constante cambio debido a los procesos geodinámicos externos. De acuerdo con la clasificación de Tarbuck *et al.* (2005), estos procesos pueden ser mecánicos o físicos, químicos y biológicos, y estos producen intemperismo.

El intemperismo está dado por las variaciones de temperatura, por cambios en la química ambiental, por acción hidrológica y por la actividad de los organismos. Estos cambios provocan la desintegración mecánica de las rocas y modifican la composición química de los minerales que las conforman. En función del tipo de roca estos factores actúan en mayor o menor grado, modifican el tamaño o la composición química; esto ocurre gradualmente en algunos meses o incluso en cientos de años. Como resultado del intemperismo y la erosión de las rocas, se forman diferentes clases de suelos, que sustentan diversos tipos de vegetación y son parte fundamental para el desarrollo de los seres vivos.

MATERIAL Y REACTIVOS

Cristalería diversa acorde con el anteproyecto realizado
Muestras de rocas
Mecheros Fisher y Bunsen

Reactivos

Ácido sulfúrico (H_2SO_4)
Ácido clorhídrico (HCl)
Ácido acético (CH_3COOH)
Ácido nítrico (HNO_3)
Agua destilada
La concentración de los reactivos estará en función del anteproyecto planteado

EQUIPO

Balanza analítica
Balanza granataria
Parrilla de agitación y calentamiento
Campanas de extracción
Centrífuga
Estufa
Mufla
Refrigerador

Estereoscopio

SERVICIOS

Corriente eléctrica
Extractores
Agua
Gas

PROCEDIMIENTO

Realiza los cálculos y procedimientos necesarios de acuerdo con la información recopilada y el anteproyecto planteado, algunos de estos procedimientos son:

Preparación de disoluciones en distintas concentraciones.
Análisis y separación de precipitados.
Prueba de la flama.

RESULTADOS

Elaborar el informe de acuerdo con las etapas del método científico.

MANEJO DE RESIDUOS

El manejo de residuos se realizará de acuerdo con el procedimiento de manejo de residuos generados en los laboratorios de docencia SGC-FESZ-PO06 (pág. 120).

CUESTIONARIO

1. ¿Cómo se define la ciencia? ¿Cuáles son sus características?
2. ¿Cómo se clasifican las ciencias en función del método que utiliza para probar sus hipótesis?

3. ¿Qué es el método científico?
4. ¿Cuáles son las etapas del método científico? Descríbelas.
5. ¿Cuál es la diferencia entre un experimento y una práctica?
6. ¿Qué es el intemperismo? ¿Qué tipos de intemperismo que existen? Explícalos.
7. ¿Cuál o cuáles son las diferencias entre intemperismo y erosión?
8. ¿Cuáles son los apartados que se deben considerar al elaborar un informe de trabajo experimental? Descríbelos.
9. ¿Qué importancia tiene el intemperismo en la formación del suelo?
10. ¿De acuerdo con APA, cuál es la forma correcta de citar un libro, un artículo y una página electrónica? Ejemplifica.

BIBLIOGRAFÍA

Aguado, M. E. G. (2003). "¿Existe un método científico?". *Sigma: Revista de Matemáticas= matematika aldizkaria*, (23), 127-132.

Bunge, M. (2012). *La ciencia. Su método y su filosofía*. 2ª ed. DF, México: Nueva imagen.

Meléndez, B y Fuster, J. M. (2000). *Geología*. DF, México: Ediciones Paraninfo S.A.

Rivera, P. y Riquelme, G. M. L. (2009). *Plantear y desarrollar proyectos de investigación. Una propuesta metodológica*. DF, México: UNAM-FES Zaragoza.

Riveros, H.G. y Rosas, L. (1984). *El método científico aplicado a las ciencias experimentales.* DF, México: Trillas.

Straulino, L. (2012). El intemperismo de calizas en monumentos prehispánicos mayas. El caso de la cornisa del edificio 5N2, Río Bec. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana,* 64(1), 49-60

Tamayo, R. P. (1990). *¿Existe el método científico?: Historia y realidad*. DF, México: Fondo de Cultura Económica.

Tarbuck, E. J., Lutgens, F. K., y Tasa, D. (2005). *Ciencias de la Tierra*. Madrid, España: Pearson Educación S. A.

EXPERIMENTO 2

Rapidez de una reacción

OBJETIVO GENERAL

Determinar la rapidez de una reacción en función de alguno de los factores que intervienen e indica su ecuación empírica.

Objetivos particulares

Determinar la ecuación empírica de la rapidez de la reacción en función de alguno de los siguientes factores: concentración, temperatura, naturaleza del reactivo o superficie de contacto.

Investigar el material, el procedimiento y las propiedades de los reactivos necesarios para desarrollar el experimento.

Proponer y desarrollar un anteproyecto basado en el método científico.

Investigar y aplicar estadística básica para el manejo de datos experimentales, entre ellos, medidas de tendencia central, de dispersión, regresión lineal y no lineal.

Representar gráficamente los resultados obtenidos, para determinar la ecuación empírica que describe el comportamiento de los datos.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La cinética química estudia la rapidez o velocidad de las reacciones, por ejemplo, se relaciona con la rapidez que actúa un medicamento; con la formación y descomposición del ozono (O_3) en las capas altas de la atmósfera y con problemas industriales como el descubrimiento de catalizadores para sintetizar materiales nuevos. La rapidez de una reacción química está en función del tiempo en que los reactivos se transforman en productos (Brown, 2004; Chang, 2002).

Uno de los objetivos en el estudio de la cinética química es la obtención de una ecuación que pueda utilizarse para predecir la dependencia de la velocidad de reacción con las concentraciones de los reactivos. La ecuación que describe la velocidad de reacción se determina experimentalmente (Petrucci, 2011).

Considere la siguiente reacción química hipotética:

$$a\,A + bB \blacktriangleright gG + hH$$

donde *a, b*, ... son los coeficientes de la ecuación ajustada. Frecuentemente se puede expresar la velocidad de esta reacción como:

$$\text{Velocidad de reacción} = k[A]^a\,[B]^b \text{ ó } k[G]^g\,[H]^h$$

Los términos [A] y [B] indican las molaridades de los reactivos, mientras que [G] y [H] representan las de los productos, con k la constante de la rapidez. Los exponentes *a* y *b* ó *g* y *h* representan los coeficientes y son generalmente números enteros positivos con valores bajos. La forma general de la ecuación de velocidad y la molaridad de A: dependen del orden de la reacción, es decir, de los valores de los exponentes.

A partir de la ecuación de velocidad se pueden calcular las velocidades de la reacción, ya que se conocen las concentraciones de los reactivos y obtener una ecuación que exprese la concentración de un reactivo en función del tiempo (Petrucci, 2011). Por ejemplo, la ecuación de velocidad a temperatura constante, explica cómo cambia la velocidad de la reacción conforme se modifican las concentraciones de los reactivos. Por tanto, la velocidad de una reacción química se puede expresar en ecuaciones que relacionan las concentraciones de reactivos o productos, en cualquier momento del curso de la reacción. Experimentalmente, se pueden obtener ecuaciones de primer y segundo orden, que expresan la velocidad de reacción.

Una reacción de primer orden es aquélla cuya velocidad depende de la concentración de un solo reactivo elevada a la primera potencia. Las reacciones diferentes a las de primer orden no son lineales (Brown, 2004).

MATERIAL Y REACTIVOS

Cristalería e instrumentos, acorde con el anteproyecto realizado
Mechero Bunsen

Reactivos

Ácido sulfúrico (H_2SO_4)
Ácido clorhídrico (HCl)
Ácido acético (CH_3COOH)
Ácido nítrico (HNO_3)
Agua destilada

La concentración de las disoluciones estará en función del anteproyecto planteado

EQUIPO

Balanza analítica
Balanza granataria
Parrilla de agitación y calentamiento
Campanas de extracción
Termómetros

SERVICIOS

Corriente eléctrica
Extractores
Agua
Gas

PROCEDIMIENTO

Realizar los cálculos y procedimientos necesarios de acuerdo con la información recopilada y el anteproyecto planteado, algunos de estos procedimientos son:

Preparación de disoluciones.
Medición del tiempo de reacción.
Graficar los datos obtenidos.
Obtener la ecuación empírica.

RESULTADOS

Registrar los resultados obtenidos experimentalmente.

Representar gráficamente el comportamiento de los datos en papel milimétrico.

Establecer la ecuación empírica que describa el comportamiento de los datos obtenidos, utilizando el método de mínimos cuadrados.

Elaborar y entregar el informe correspondiente.

MANEJO DE RESIDUOS

El manejo de residuos se realizará de acuerdo con el procedimiento, Manejo de residuos generados en los laboratorios de docencia SGC-FESZ-PO06 (pág. 120).

CUESTIONARIO

1. ¿Qué entiende por velocidad de reacción?
2. ¿Cuál es la diferencia entre velocidad y rapidez de reacción?
3. ¿Qué rama de la Química o de la Fisicoquímica se encarga del estudio de las velocidades de reacción?
4. ¿Cuáles son los factores que afecten la velocidad de una reacción? Explíquelos.
5. ¿Qué es un catalizador?
6. ¿Cuál es la diferencia entre las medidas de tendencia central y de dispersión? Explique.

7. ¿Cuál es la diferencia entre los modelos lineal, logarítmico, exponencial y potencial?
8. ¿Qué tipo de comportamiento presentan las variables del experimento de rapidez de reacción? Explique.

BIBLIOGRAFíA

Ander, P. y Sonessa, A.J. (1978). *Principios de Química*. DF, México: Limusa.

Baker, W.I.I. y E.C. Allen. (1970). *Biología e investigación científica*, Buenos Airesna: Fondo Educativo Interamericano, S A.

Batschelet, E. (1978). *Matemáticas Básicas para biocientíficos*, Nueva York, USA.: Dossa-Springer

Brescia, F. (1986). *Fundamentos de Química*. DF, México: CECSA.

Brown, L. (2004). *Química La Ciencia Central*. DF, México: Prentice–Hall Hispanoamericana, SA. *9ª* edición

Chang, R. (2002). *Química*. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana. *7ª* edición.

Garrido, P. (1991). *Fundamentos de Química Biológica*. Madrid, España: Interamericana McGraw-Hill.

Harris C.D. (1992). *Análisis Químico Cuantitativo*. DF, México: Grupo Editorial Iberoamérica. 3ª edición.

Masterton, L. W. y E. J. Slowinski. (1976). *Matemáticas para químicos*, DF, México: Interamericana.

Murray R. S. (1970). *Estadística Teoría y 875 problemas resueltos*. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill.

Noda, B. O. (2005). *Introducción al análisis gráfico de datos experimentales*. DF, México: UNAM.

Petrucci, R. H., Harwood, W. S., Herring, F. G., y Pumarino, C. P. G. (2011). *Química general*. Madrid, España: Pearson Alhambra. *10ª* edición.

UNIDAD III
ESTEQUIOMETRÍA

EXPERIMENTO 3

Valoración ácido-base

OBJETIVO GENERAL

Determinar la concentración de un ácido con una base y seleccionar el indicador adecuado, en función del tipo de ácido elegido. Aplicar estadística descriptiva a los resultados obtenidos.

Objetivos particulares

Determinar la concentración mediante una valoración ácido-base

Seleccionar el indicador adecuado, en función del tipo del ácido elegido.

Investigar el material, el procedimiento y las propiedades de los reactivos necesarios para desarrollar el experimento.

Proponer y desarrollar un anteproyecto de docencia-investigación basado en el método científico.

Preparar la disolución patrón de acuerdo con la temática del anteproyecto.

Analizar las curvas de titulación para seleccionar los indicadores adecuados.

Aplicar estadística básica a los resultados obtenidos

FUNDAMENTO TEÓRICO

DISOLUCIONES Y VALORACIÓN ÁCIDO-BASE

Disoluciones

El agua es el líquido más abundante que se encuentra de manera natural en el ambiente. Sus propiedades le confieren características únicas que la sitúan como el disolvente

universal. En su recorrido disuelve una gran cantidad de materiales que encuentra a su paso y pueden ser gases y sólidos.

Para hablar de disoluciones es importante partir del concepto de mezcla, entendiendo ésta como la combinación de dos o más sustancias que conservan sus propiedades individuales. Las mezclas pueden ser heterogéneas cuando su apariencia a simple vista no es uniforme y homogéneas cuando sus características macroscópicas son iguales en toda su masa; a esta categoría pertenecen las disoluciones verdaderas.

Cuando se mezclan dos compuestos como la sal y el agua, se forma una disolución de cristales, separándose en partículas tan pequeñas, que no son perceptibles a simple vista, formando una mezcla homogénea. Las disoluciones más comunes están constituidas por dos componentes, y se les denomina binarias. En ellas generalmente el estado físico de la disolución es el mismo que el disolvente o sustancia que se encuentra en mayor proporción, en él se encuentra dispersa otra sustancia en menor proporción, a la que se llama soluto (Harris, 2002).

Una disolución que contiene mayor cantidad de soluto que no puede ser disuelto por el disolvente, bajo ciertas condiciones, es una disolución saturada, en ella, el soluto disuelto y el soluto sin disolver mantienen un equilibrio dinámico a la temperatura que se dio el proceso. Cuando el soluto se encuentra en mayor proporción para alcanzar el equilibrio señalado se tiene una disolución sobresaturada (Brown, 2004).

En los sistemas naturales existen muchas sustancias disueltas en el agua, en bajas concentraciones, esto permite utilizar el agua casi para cualquier actividad; sin embargo, cuando la concentración de alguna de estas sustancias aumenta, puede limitar el uso del agua, para algunas actividades o de manera general para cualquier uso. Por ello es indispensable conocer la concentración, en la que se encuentran las sustancias en cada sistema y en cada época del año. Para conocer la concentración de una disolución se puede emplear el método de valoración.

Valoración Ácido-Base

En química, uno de los métodos analíticos más utilizados, es la valoración de sustancias con énfasis en las reacciones ácido-base.

Una valoración es un proceso en el cual se mide cuantitativamente la capacidad de un reactivo para combinarse con otro. Se deberá conocer con exactitud la concentración de la disolución de este reactivo, que se utilizará en la valoración, y se le denominará disolución patrón y para su preparación debe utilizarse un reactivo de gran pureza conocido como patrón primario (Skoog *et al*., 2013).

Cuando se realiza una valoración se añade la disolución patrón en una cantidad equivalente en términos químicos, a la cantidad de sustancia que va a ser valorada. El punto de equilibrio de esta reacción se detecta, mediante algún cambio físico o químico, que pueda observarse de manera directa, por ejemplo, midiendo el pH o indirecta mediante la adición de un indicador o sustancia que permita observar estos cambios a simple vista.

Una valoración ácido-base, titulación ácido-base o valoración de neutralización, es un método de análisis cuantitativo muy utilizado. Esta reacción de neutralización permite conocer la concentración de una disolución o de una sustancia problema, por ejemplo, un ácido, neutralizado por su contraparte, una base de concentración conocida (Skoog, *et al.,* 2013).

Durante la neutralización, hidronio (H^+) e hidróxido (OH^-) reaccionan entre sí para producir agua, al tiempo que los iones restantes, es decir, los pares conjugados del ácido y la base, generan la sal. Estos iones se mantienen disociados en la disolución acuosa y el pH de la solución se acerca a la neutralidad, cuando la reacción se ha completado.

La valoración ácido-base tiene como principal objetivo determinar la concentración de una solución ácida o básica desconocida, lo cual se logra a través de la adición de pequeños volúmenes de una disolución básica o ácida de concentración conocida, por preparación directa o por normalización a la solución analizada.

El proceso se basa en la reacción de neutralización que se lleva a cabo entre dos disoluciones antagónicas, una ácida y otra básica. De esta forma, si sabemos la concentración de H^+ de la disolución valorada, se puede calcular la concentración de OH^- en la disolución analizada, con base en el volumen de solución valorada usado para neutralizarla; pues la cantidad de H^+ debe ser equivalente a la de OH^- u otras bases cuando se mezclan y reaccionan en cantidades equivalentes. Cuando esto sucede se dice que se ha alcanzado el punto de equivalencia (Ander y Sonnessa, 2000).

En este punto, el número de equivalentes del ácido y la base son iguales. Esto permite calcular la concentración de la disolución analizada mediante la siguiente ecuación:

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

Donde:

N_1 = normalidad del ácido (eq_{ac}/L) V_1 = volumen del ácido (L)

N_2 = normalidad de la base (eq_{base}/L) V_2 = volumen de la base (L)

$$N_1 (eq_{ac} / L)\, V_1 (L) = N_2 (eq_{base} /L)\, V_2 (L)$$

$$eq_{ac} = eq_{base}$$

MATERIAL Y REACTIVOS

Cristalería e instrumentos para titulación de acuerdo acorde con el anteproyecto planteado.

Reactivos

Ácido sulfúrico (H_2SO_4)
Ácido clorhídrico (HCl)
Ácido acético (CH_3COOH)
Carbonato de sodio (Na_2CO_3)
Hidróxido de sodio (NaOH)
Ftalato ácido de potasio ($C_8H_5O_4K$)
Indicadores ácido-base
El volumen y concentración de los reactivos serán acorde con el anteproyecto planteado.

EQUIPO

Balanza analítica
Estufa o mufla
Potenciómetro para medición de pH

Placa de calentamiento con agitación
Campanas de extracción

SERVICIOS

Corriente eléctrica
Extractores
Agua
Gas

PROCEDIMIENTO

Realizar los cálculos y procedimientos necesarios de acuerdo con la información recopilada y el anteproyecto planteado, algunos de estos procedimientos son:

Escribir la reacción química que se llevará a cabo y balancearla.
Preparación de disoluciones.
Seleccionar el indicador adecuado.
Titulación de la disolución problema.
Medición de pH (potenciométrica).
Calcular la concentración de la disolución problema.
Calcular el promedio y la desviación estándar de las concentraciones calculadas.

RESULTADOS

CUADRO 3.1 Resultados obtenidos

Muestra	Alícuota de solución problema (mL)	Concentración de disolución patrón (N o M)	Volumen gastado de disolución patrón (mL)	Concentración de solución problema

Promedio	
Desviación	

Elaborar y entregar el informe correspondiente.

MANEJO DE RESIDUOS

El manejo de residuos se realizará de acuerdo con el procedimiento, Manejo de residuos generados en los laboratorios de docencia SGC-FESZ-PO06 (pág. 120).

CUESTIONARIO

1. ¿Qué entiende por análisis volumétrico o volumetría?
2. ¿Qué requisitos debe reunir una reacción para emplearse en una determinación volumétrica?
3. ¿Cuál es la diferencia entre titulación y valoración?
4. ¿Cuál es la finalidad de una titulación?
5. ¿En qué consiste el método de titulación de una sola pesada y el de titulación por múltiples pesadas?
6. ¿Qué es una solución patrón? ¿Con qué otros nombres se le conoce?
7. ¿Cuál es la diferencia entre un patrón primario y un secundario? Explique.
8. ¿Qué características debe reunir una sustancia para ser utilizada como patrón primario?
9. ¿Qué es un indicador y para qué sirve?
10. En una reacción ácido-base ¿qué indica el punto de equivalencia y cómo se identifica?

BIBLIOGRAFÍA

Ander, P. y Sonnessa, A. I. (2000). *Principios de Química*. DF, México: Limusa.

Ayres, G. H. (2000). *Análisis Químico Cuantitativo*. DF, México: Harla.

Brown, L. (2004). *Química*. *La Ciencia Central,* DF, México: Prentice–Hall Hispanoamericana, SA. 9ª edición.

Brown, T. L., LeMay Jr, H. E., Bursten, B. E., y Burdge, J. R. (2004). *Química*. DF, México: Pearson Educación.

Chang, R. (2011). *Fundamentos de Química*. DF, México: McGraw Hill.

Christian, G. (2009). *Química Analítica*. DF, México: Mc Graw-Hill.

Harris, C. H. y Harris, D. C. (2002). *Quantitative Chemical Analysis*. USA: Worth Publishers Inc.

Higson, S. (2003). *Analysis chemistry*. UK.: Oxford University.

Orozco, F. (1987). *Análisis químico cuantitativo*. DF, México: Porrúa.

Petrucci, R. H., Harwood, W. S., Herring, F. G., y Pumarino, C. P. G. (2002). *Química general*. DF, México: Prentice Hall.

Reger, D., Goode, S. y Mercer, E. (1997). *Chemistry. Principles and Practice*. USA: Saunders College Publishing. 2ª ed.

Riaño, C. (2007). *Fundamentos de química analítica básica: Análisis cuantitativo*. Manizales, Colombia: Universidad de Caldas.

Selva, T. (2000). *De la Alquimia a la Química*. DF, México: Fondo de Cultura Económica. Ilce.

Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., y Crouch, S. (2013). *Fundamentals of analytical chemistry*. Canada: Nelson Education.

EXPERIMENTO 4

Obtención de un compuesto a través de diferentes transformaciones químicas

OBJETIVO GENERAL

Aplicar los cálculos estequiométricos y las leyes ponderales para transformar materias primas como minerales, residuos o metales, mediante reacciones sucesivas hasta obtener el producto propuesto.

Objetivos particulares

Investigar el material, el procedimiento y las propiedades de los reactivos necesarios para desarrollar el experimento.

Proponer y desarrollar un anteproyecto de docencia-investigación basado en el método científico.

Realizar los cálculos estequiométricos en función de las ecuaciones químicas balanceadas.

Aplicar los conocimientos sobre digestión, precipitación, cristalización, lavado y separación de precipitados.

Determinar el reactivo limitante y el reactivo en exceso

Obtener el rendimiento de la reacción

FUNDAMENTO TEÓRICO

Una pregunta básica que se plantea en el laboratorio de química es: ¿qué cantidad de producto se obtendrá a partir de una cantidad específica de reactivo?, para contestarla se requiere de la Estequiometria, que es el estudio cuantitativo de reactivos y productos en una reacción química (Chang, 2011). La estequiometría se basa en el entendimiento de las masas atómicas y en la ley de la conservación de la masa. La masa total de todas las sustancias presentes después de una reacción química es la misma que al inicio de

esta. La ecuación química proporciona información tanto cuantitativa como cualitativa indispensable para calcular las cantidades de sustancias que se combinan en un proceso químico.

La ecuación de una reacción química por si sola no proporciona suficiente información para saber, como se lleva a cabo la reacción en el laboratorio. Con frecuencia se indican las condiciones de la reacción, arriba o debajo de la flecha de la ecuación. Por ejemplo, la letra delta (Δ), significa que se necesita calentar la mezcla para que se lleve a cabo la descomposición del óxido de plata (Petrucci *et al*., 2011).

$$2\,Ag_2\,0_{(s)} \xrightarrow{\Delta} Ag_{(s)} + 0_{2(g)}$$

Cuando ocurre una reacción de manera experimental, generalmente los reactivos no se presentan en las cantidades estequiométricas exactas, es decir, en proporciones que indica la ecuación balanceada. Como consecuencia, algunos reactivos se consumen, mientras que otros se recuperaron al final de la reacción. El reactivo que se consume primero es el limitante (Brown, 2004).

De acuerdo con los cálculos la cantidad de producto que se forma cuando reacciona todo el reactivo limitante, se conoce como rendimiento teórico y la cantidad de producto que realmente se obtiene en una reacción es el rendimiento real. Este último casi siempre es menor, y nunca puede ser mayor que el rendimiento teórico. A menudo se necesita más de una reacción para cambiar los materiales de partida en los productos deseados. Esto se cumple en numerosas reacciones que se realizan en el laboratorio y en muchos procesos industriales y se conocen como reacciones secuenciales (Carrizales, 2009).

La cristalización es un proceso en el que ocurre un cambio de fase, donde el sistema incrementa su orden, ya que pasa de un sistema relativamente desordenado, la disolución, a un sistema mucho más ordenado, el cristal. Por tanto, de acuerdo con las leyes de la termodinámica, para que un proceso sea espontáneo, debe producirse un descenso de energía que compense el incremento de orden, ya que, de acuerdo en la segunda Ley de la termodinámica, en la naturaleza todo sistema tiende a un mínimo de energía y a un máximo de desorden (Freixedas *et al*., 2000).

MATERIAL Y REACTIVOS

Cristalería e instrumentos acordes con el anteproyecto propuesto.

Reactivos

Cobre (Cu)
Aluminio (Al)
Hidróxido de sodio (NaOH)
Hidróxido de potasio (KOH)
Bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$)
Etanol (CH_3CH_2OH)
Ácido sulfúrico (H_2SO_4)
Ácido nítrico (HNO_3)

El volumen y concentración de los reactivos serán acorde con el anteproyecto planteado

EQUIPO

Balanza analítica
Placa de calentamiento
Campanas de extracción
Bomba para vacío

SERVICIOS

Corriente eléctrica
Extractores
Agua

PROCEDIMIENTO

Realizar los cálculos y procedimientos necesarios de acuerdo con la información recopilada y el anteproyecto planteado, algunos de estos procedimientos son:

Escribir las reacciones que se llevarán a cabo y balancearlas.
Preparar las disoluciones.
Establecer las relaciones molares y normales de los reactivos.
Obtención y manejo de un precipitado.
Cristalización y recristalización.
Analizar la morfología de los cristales.
Calcular el rendimiento del producto obtenido.

RESULTADOS

Calcular el rendimiento del producto y verificar algunas de sus características como forma, color y punto de fusión.

CUESTIONARIO

1. ¿Cuál es la importancia de la estequiometria?
2. ¿Qué es un mol y un equivalente químico?
3. ¿Cuántos métodos de balanceo de ecuaciones químicas existen? Describe cada uno de ellos.
4. ¿Por qué una ecuación balanceada es un ejemplo de la ley de la conservación de la materia?
5. ¿Qué es un reactivo limitante y uno en exceso, en una reacción química?
6. ¿Cómo se calcula el porcentaje de rendimiento de una reacción?
7. ¿Cuál es la diferencia entre precipitación y cristalización?
8. ¿Cuáles son los tipos de separación de un precipitado? Explíquelos.
9. ¿En qué consiste el proceso de digestión química?

Elaborar y entregar el informe correspondiente

MANEJO DE RESIDUOS

El manejo de residuos se realizará de acuerdo con el procedimiento, Manejo de residuos generados en los laboratorios de docencia SGC-FESZ-PO06 (pág. 120).

BIBLIOGRAFÍA

Ander, P. y Sonnessa. A. I. (2000). Principios de Química. DF, México: Limusa.

Ayres, G. H. (2000). *Análisis Químico Cuantitativo*. DF, México: Harla.

Brown, L. (2004). *Química. La Ciencia Central.* DF, México: Prentice–Hall Hispanoamericana, SA. *9ª edición*.

Carrizales, M. (2009). *Manual de instrucción programada en química: conceptos basicos y estequiometría*. República Bolivariana de Venezuela: Universidad Nacional Experimental Politécnica.

Chang, R. (2011). *Fundamentos de Química*. DF, México: McGraw Hill.

Freixedas, F. G., Bauzá, A. C., y Söhnel, O. (2000). *Cristalización en disolución: conceptos básicos*. DF, México: Reverté.

Harris, C. H. y Harris, D. C. (2002). *Quantitative Chemical Analysis*. USA: Worth Publishersinc.

Orozco, F. (1987). *Análisis químico cuantitativo*. DF, México: Porrúa

Petrucci, R. H. Harwood, W.S., Herring, F. G. y Pumarino, C.P.G. (2011). *Química general*. Madrid, España: Pearson Alhambra. 10ª edición

Rayner- Canham. (2000). *Descriptive Inorganic Chemistry*. USA.: Freeman. 2a ed.

Rager, D., Goode S. y E. Mercer. (1997). *Chemistry. Principles and Practice*. USA: Saunders College Publishing. 2ª ed.

Schmid, G.H. (1988). *Química Biológica, las Bases Químicas de la vida*. DF, México: Interamericana-Mc Graw Hill.

Selva, T. (2000). *De la Alquimia a la Química*. DF, México: Fondo de Cultura Económica. Ilce.

Villarreal, G., Gandarla, A. E. (1983). *Estequiometría*. DF, México: Trillas.

UNIDAD IV
EQUILIBRIO QUÍMICO

EXPERIMENTO 5
Equilibrio ácido-base

OBJETIVO GENERAL

Obtener la constante de equilibrio de un proceso de ionización o producto de solubilidad.

Objetivos particulares

Investigar el marco teórico, el material, el procedimiento y las propiedades de los reactivos necesarios para desarrollar el experimento.

Proponer y desarrollar un anteproyecto basado en el método científico.

Determinar la constante de equilibrio químico de la reacción ácido-base propuesta en el anteproyecto.

FUNDAMENTO TEÓRICO

En el estudio de las reacciones químicas es necesario conocer cuando inician y cuando terminan, por lo que es inevitable definir el equilibrio de dicha reacción dentro de un sistema, el cual se define como cualquier porción del universo con fronteras definidas y donde puede existir o no, intercambio de materia o energía. A través de tales procesos termodinámicos, que bajo condiciones naturales son espontáneos, se producen reacciones químicas que provocan cambios en las variables de estado del sistema como presión, temperatura y volumen entre otras y éstas a su vez, pueden producir cambios en la dirección de las reacciones químicas que se desencadenen (Martínez, 1992). Por tanto, se dice que un sistema está en equilibrio, cuando no presenta cambios en sus propiedades con el tiempo y regresa a su estado original después de haber sido modificado, proceso que se conoce como reversible (Anderson, 1996; Chang, 2002, White, 2013).

Las primeras aportaciones al modelo del equilibrio químico datan de 1778, cuando se elaboraron las tablas de afinidades para las reacciones entre ácidos y bases de Geoffroy;

posteriormente las de Bergman (1775) en sus memorias sobre atracciones selectivas y las de Wenzel (1777) con sus lecciones sobre afinidad; investigaciones consideradas como precursoras de la “ley de acción de masas”, enmarcada en el año 1803, cuando Berthollet publicó su trabajo “Ensayo de estática química. Berthelot y Pilles en 1862, realizaron estudios sobre la hidrólisis de ésteres y sus resultados publicados por Moore (1864), demostraron la similitud de la relación entre las concentraciones que ellos calcularon, y que actualmente se denomina constante de equilibrio, la cual se cumple sin importar la vía en que este se alcance, todo esto de acuerdo a la síntesis realizada por Raviolo (2007).

En 1863 Waage y Guldberg retomaron los resultados anteriores para expresar las relaciones en forma general y aplicaron los resultados al problema del equilibrio químico. Entre sus contribuciones más importantes se encuentran: 1) Definir “la masa activa” e identificarla con la concentración molar, y 2) Haber reconocido que la afinidad química está influida por la concentración y la “afinidad específica”, que dependían de las condiciones de temperatura y presión, además de la naturaleza química de las especies (Manahan, 2007; Bashkin, 2002).

Una vez que se admitió la existencia del equilibrio químico, se procedió al análisis de los factores que lo modificaban, así como de los parámetros que influyen en el desplazamiento de dicho equilibrio.

Hoy se conoce que al inicio de una reacción química que ocurre bajo condiciones de reversibilidad, ésta tiende a formar una "*y*" cantidad de productos a partir de "*x*" cantidad de reactivos a través de cierto tiempo (Figura 1). Tan pronto como se forman algunas moléculas del producto, comienza el proceso inverso y se forman moléculas de reactivos. El equilibrio se alcanza cuando las velocidades de las reacciones directa e inversa, se igualan y las concentraciones netas de reactivos y productos permanecen constantes.

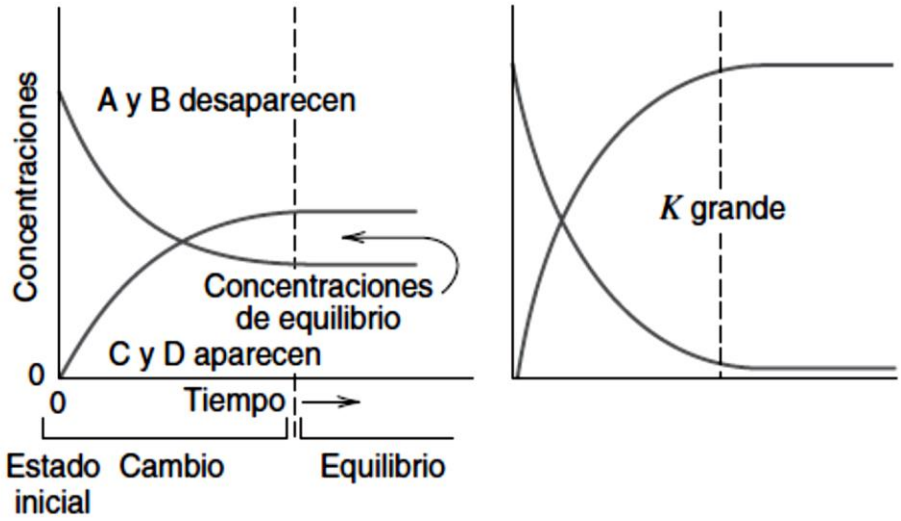


Figura 1. Variación de la concentración de reactivos y productos con respecto al tiempo (Christian, 2009).

Este proceso se generaliza con la siguiente ecuación:

$$aA + bB \leftrightarrow cC + dD$$

donde:

a, b, c y d= coeficientes estequiométricos

A y B= reactivos

C y D= productos.

Así, la constante de equilibrio toma la forma:

$$K_{eq} = \frac{\left[C^c\right]\left[D^d\right]}{\left[A^a\right]\left[B^b\right]}$$

Si $K_{eq} > 1$, el equilibrio se desplazará a la derecha de la ecuación, favoreciendo a los productos.

Si $K_{eq} < 1$, el equilibrio se desplazará a la izquierda, favoreciendo la formación de reactivos.

En este contexto, cualquier número superior a 10, se considera como mucho mayor a 1, mientras que un número menor a 0.1 equivale a mucho menor que uno (Chang, 2002; Skoog *et al.* 2013).

MATERIAL Y REACTIVOS

Cristalería e instrumentos para titulación de acuerdo con el anteproyecto

REACTIVOS

Ácido sulfúrico (H_2SO_4)

Ácido acético (CH_3COOH)

Hidróxido de calcio ($Ca(OH)_2$)

Ftalato ácido de potasio ($C_8H_5KO_4$)

Ácido clorhídrico (HCl)

Hidróxido de sodio (NaOH)

Carbonato de sodio (Na_2CO_3)

El volumen y concentración de los reactivos serán acordes con el anteproyecto

EQUIPO

Potenciómetro.

Placa de calentamiento y agitación

Balanza analítica

Campanas de extracción

SERVICIOS

Corriente eléctrica

Extractores

Agua

Gas

PROCEDIMIENTO

Realizar los cálculos y procedimientos necesarios de acuerdo con la información recopilada y el anteproyecto planteado, algunos de estos procedimientos son:

Preparación de disoluciones

Titulación de soluciones

Medición de pH (potenciométrica)

Registro de temperatura

Cálculo de la constante de equilibrio.

RESULTADOS

Registrar los valores experimentales de la constante de ionización o producto de solubilidad.

Analizar los valores e información obtenida experimentalmente.

Elaborar y entregar el informe correspondiente.

MANEJO DE RESIDUOS

El manejo de residuos se realizará de acuerdo con el procedimiento, Manejo de Residuos Generados en los Laboratorios de Docencia SGC-FESZ-PO06 (pág. 120).

CUESTIONARIO

1. ¿Qué es equilibrio químico?
2. ¿Cómo se clasifica el equilibrio químico?
3. ¿Qué es la constate de equilibrio químico y cuál es su expresión matemática?
4. ¿Qué es la ley de acción de masas y deducción de la constante?
5. ¿Cuáles son las características del equilibrio químico?
6. Explica el Principio de *Le Chatelier*
7. ¿Cuáles son los factores que alteran el equilibrio químico?

BIBLIOGRAFÍA

Anderson, G. M. (1996). *Thermodynamics of natural systems*. USA: John Wiley y Sons.

Bashkin, V. N. (2002). *Modern biogeochemistry*. USA: Kluwer Academic Publishers.

Chang, R. (2002). *Química*. Colombia: Ed. McGraw-Hill Interamericana. 7a edición

Christian, G. (2009). *Química Analítica*. DF, México: McGraw-Hill

Manahan S. E. (2007). *Introducción a la Química Ambiental.* España: Reverté.

Martínez, I. (1992). *Termodinámica básica y aplicada*. España: Ed. DOSSAT.

Raviolo, A. (2007). *Implicaciones didácticas de un estudio histórico sobre el concepto equilibrio químico. Historia y Epistemología de las ciencias.* Enseñanza de las ciencias, 25(3). Argentina: Universidad Nacional del Comahue.

Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., y Crouch, S. (2013). *Fundamentals of analytical chemistry*. Canada: Nelson Education.

White, W.M. (2013). *Geochemistry.* USA: Wiley.

EXPERIMENTO 6

Determinación de cationes o aniones en diferentes materiales

OBJETIVO GENERAL

Seleccionar y aplicar métodos cualitativos o cuantitativos para determinar algunos iones en fósiles, suelo, agua o minerales.

Objetivo particular

Determinar algunos iones y cationes presentes en las muestras colectadas en campo.

Investigar el marco teórico, material, el procedimiento y las propiedades de los reactivos necesarios para desarrollar el experimento.

Proponer y desarrollar un anteproyecto basado en el método científico.

FUNDAMENTO TEÓRICO

El color es un fenómeno físico asociado a radiaciones luminosas de distintas longitudes de onda, particularmente en la zona visible del espectro electromagnético. Su percepción por el ojo humano es un proceso neurofisiológico muy complejo. La luz visible está formada por ondas electromagnéticas cuya longitud de onda va desde los 350 nm (violeta) hasta los 750 nm (rojo). Dos rayos de luz con la misma longitud de onda tienen la misma frecuencia y por tanto presentarán el mismo color (Christian, 2009).

En condiciones normales los átomos de los elementos se encuentran en el estado fundamental, que es el más estable. Sin embargo, al calentarlos, los electrones de los átomos absorben energía y alcanzan así un estado excitado. En este estado presentan una energía determinada que es característica de cada sustancia. Los electrones que se encuentran en estado excitado tienen la tendencia de volver al estado fundamental, que es energéticamente más favorable, y para ello deben perder energía en forma de luz. Puesto que los estados excitados son particulares para cada elemento y el estado

fundamental es siempre el mismo, la radiación emitida será también específica de cada elemento (Skoog *et al*., 2013).

La energía correspondiente a esta radiación dependerá de la diferencia entre los estados excitado y fundamental de acuerdo con la ley de Planck:

$$\Delta E = h\nu$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

Entonces

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda}$$

Donde:

ΔE = diferencia de energía entre los estados excitado y fundamental

h = Constante de Planck

v = frecuencia

λ = longitud de onda

c = velocidad de la luz

En otras palabras, la energía de una transición electrónica es inversamente proporcional a la longitud de onda de la luz emitida o absorbida, y directamente proporcional a la frecuencia de la radiación (Skoog *et al*., 2013).

Al realizar un ensayo a la llama, los vapores de ciertos elementos le imparten un color característico, causado por un cambio en los niveles de energía de algunos electrones. Si la emisión de dicha radiación está en el rango del espectro visible, se pueden observan

colores característicos por lo que la coloración de la llama permite detectar cualitativamente al elemento (Holkova, 1993; Burriel, 1992; Nordman, 1993).

En la actualidad existen técnicas de análisis basadas en este principio, tales como la espectroscopia de emisión atómica, que permiten no sólo identificar, sino cuantificar la presencia de distintos elementos (Brumblay, 1995).

El ensayo o prueba a la llama es una de las técnicas por vía húmeda más sencilla y rápida cuando se desea realizar un análisis químico cualitativo de algún material o sustancia.

MATERIAL Y REACTIVOS

Cristalería e instrumentos diversos acordes con el anteproyecto planteado.

Reactivos

Ácido sulfúrico (H_2SO_4)

Ácido clorhídrico (HCl)

Ácido nítrico (HNO_3)

El volumen y concentración de los reactivos serán acorde con el anteproyecto planteado.

EQUIPO

Mechero Bunsen

Balanza analítica

Balanza granataria

Parrilla de agitación y calentamiento

SERVICIOS

Campana de extracción
Gas
Agua
Electricidad

PROCEDIMIENTO

Realizar los cálculos y técnicas necesarias de acuerdo con la información recopilada y el anteproyecto planteado, algunos de estos procedimientos son:

Preparación de disoluciones.

Preparación de muestras.

Obtener una muestra de algún material de interés como mineral, roca o fósil.

Identificar el elemento presente de acuerdo con la coloración del producto obtenido o el color de la llama, compararlos con la literatura.

RESULTADOS

CUADRO 6.1 Resultados obtenidos

Número de muestra	Tipo de muestra	Color observado de la llama	Elemento identificado	Color reportado en la bibliografía

Analizar la información obtenida en el experimento.

Elaborar y entregar el informe correspondiente.

MANEJO DE RESIDUOS

El manejo de residuos se realizará de acuerdo con el procedimiento, Manejo de Residuos Generados en los Laboratorios de Docencia SGC-FESZ-PO06 (pág. 120).

CUESTIONARIO

1. ¿Qué es la prueba o el ensayo a la llama?
2. ¿Cómo se lleva a cabo esta prueba? Descríbela.
3. ¿Qué zonas se identifican en la flama de un mechero? Descríbalas.
4. ¿Qué características tiene la llama reductora de un mechero?
5. ¿Qué características tiene la llama oxidante de un mechero?
6. ¿Cómo se lava el material para llevar a cabo una prueba a la llama? ¿Por qué?
7. ¿Por qué se agrega HCl a la muestra pulverizada?

BIBLIOGRAFÍA

Brumblay, R. (1995). *Análisis cualitativo*. DF, México: CECSA.

Burriel, F., F. Lucena, S. Arribas y J. Hernández. (1992). *Química analítica cualitativa.* España: Paraninfo.

Christian G. (2009). *Química Analítica*. DF, México: Mc Graw-Hill.

Holkova, L. (1993). *Química analítica cualitativa*. DF, México: Trillas.

Nordmann, J. (1993). *Análisis cualitativo y química inorgánica*. DF, México: CECSA.

Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., y Crouch, S. (2013). *Fundamentals of analytical chemistry*. Canada: Nelson Education.

.

UNIDAD V

PROYECTO DE DOCENCIA- INVESTIGACIÓN DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN FORMATIVA I

Aplicación del método científico para analizar algunos de los procesos físicos, químicos y paleontológicos en una localidad fosilífera

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un proyecto de investigación bajo la asesoría del profesor, cuyo núcleo temático sea la aplicación del método científico.

Objetivos particulares

Identificar el tipo de rocas presentes en la localidad de estudio.

Indicar los procesos de intemperismo para establecer su relación con las condiciones climáticas.

Describir algunos de los procesos tafonómicos que permitan la preservación de los fósiles, e inferir el paleoambiente.

Identificar el proceso de fosilización de los organismos y estructuras recolectadas en la zona de estudio.

Determinar taxonómicamente los ejemplares colectados.

Indicar las relaciones estequiométricas y los procesos de equilibrio químico en muestras de roca, fósiles, suelo o agua de la localidad.

Elaborar el informe correspondiente, de acuerdo con las etapas del método científico.

Lineamientos del proyecto de docencia-investigación

El proyecto se realizará por sección de laboratorio y los equipos de trabajo para el desarrollo de los proyectos se definirán en función del número de alumnos

El proyecto debe involucrar al menos dos de las unidades del laboratorio.

El tema será propuesto por los alumnos integrantes del equipo

El profesor entregará un informe a la coordinación de ciclo respectivo de los proyectos generados por los alumnos.

Formato en el que se presentarán los trabajos escritos

Cuadro 5.1 Apartados que constituyen la base de los trabajos escritos en LIF I.

	Anteproyecto	Informe	Proyecto de investigación
Carátula	✓	✓	✓
Resumen		✓	✓
Introducción	✓	✓	✓
Marco teórico	✓	✓	✓
Antecedentes			✓
Zona de estudio			✓
Planteamiento del problema	✓	✓	✓
Delimitación del problema	✓	✓	✓
Hipótesis	✓	✓	✓
Objetivo (s)	✓	✓	✓
Material y método	✓	✓	✓
Resultados		✓	✓
Discusión de resultados		✓	✓
Conclusiones		✓	✓
BIBLIOGRAFÍA	✓	✓	✓
Anexos	✓	✓	✓

1. CARÁTULA

Es la parte inicial de un trabajo formal, por tanto, debe presentarse bajo un esquema definido. En el caso del anteproyecto, se deben omitir los logotipos de la UNAM y de la FES Zaragoza ya que presenta en la bitácora.

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

Carrera: Biología

Laboratorio de Investigación Formativa I

Título (práctica o experimento)

Nombre (s) autor (es) (Iniciando con apellido paterno)

Grupo/sección:

Nombre del asesor:

Fecha de entrega

2. RESUMEN

Para redactar dicho apartado se debe considerar que es una síntesis del trabajo realizado. Se debe redactar en pretérito, en tercera persona y con un lenguaje acorde al nivel al que va dirigido. Generalmente la extensión de este apartado deberá contener cuando menos 250 palabras.

Es importante señalar que un resumen es la presentación del trabajo donde se comunica de manera breve y precisa la investigación. Es aquí, donde el lector decide si le es de su interés o no el tema para consultar parte o la totalidad del documento.

Para redactar el resumen se debe señalar la importancia del trabajo realizado en función de los objetivos planteados de manera implícita, se deben describir los métodos de manera breve, los resultados principales y las conclusiones de mayor relevancia.

3. INTRODUCCIÓN

Como su nombre lo indica, la introducción es una manera en la cual se da información general sobre la investigación, para que el lector pueda entender de forma clara el objeto de estudio.

El cuerpo del escrito se debe redactar con base en la información obtenida de las bibliografías relacionadas con el tema, evitar ambigüedades que puedan confundir al lector sobre la idea central del problema. La información debe obtenerse de diferentes fuentes bibliográficas, como libros, artículos, tesis o cualquier otra fuente que esté relacionada con el tema. Es conveniente que las citas bibliográficas utilizadas sean actuales con no menos de 10 años de haber sido publicadas. Además, en el texto se debe incluir la cita bibliográfica que avale la consulta.

4. MARCO TEÓRICO

Para elaborar el marco teórico es necesaria la consulta de documentos como libros, artículos y tesis, entre otros; que contengan los elementos teóricos que han aportado diferentes autores al problema planteado. En este apartado se revisan todas aquellas leyes, teorías y estudios que se relacionen con el objetivo de la investigación a realizar y se aclaran los conceptos teóricos y el lenguaje técnico del tema de investigación. Además, da un marco de referencia del cómo se deben interpretar los resultados obtenidos en el trabajo de laboratorio.

5. ANTECEDENTES

Los antecedentes forman parte de la historia del tema de investigación, contienen información recopilada por diversos autores que dirigen sus estudios para dar respuesta a dicho problema. De este modo, numerosos documentos publicados explican que los

resultados encontrados en cada una de las investigaciones, se han sometido a revisión y aceptación por expertos en el área.

La lista de las publicaciones de un tema en particular puede ser extensa, por tanto se deben seleccionar con cuidado, aquellas que se citan en el documento que se está elaborando y que se relacionen con el tema estudiado. Es conveniente que la información citada sea reciente, no más de 10 años de haber sido publicada, a menos que se trate de artículos clásicos. La presentación de dicha información debe ser ordenada de manera cronológica, de la más antigua a la más reciente y se escribirá de manera resumida.

6. ZONA DE ESTUDIO

Para describir la zona de estudio, se revisará la información cartográfica disponible en la mapoteca de la Facultad o se hará una revisión en alguna página electrónica oficial. Se debe describir brevemente la ubicación geográfica, con coordenadas, así como las características ambientales de la región: clima, hidrografía, geología, edafología, vegetación y fauna, entre otros. La ubicación de la zona debe aparecer en una imagen de la República Mexicana, limitará una pequeña proyección de la zona de estudio, que incluirá en el proyecto de docencia-investigación.

7. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Después de haber realizado la búsqueda de información sobre el tema a investigar se deberá definir el problema de la investigación. La introducción, el marco teórico y los antecedentes dan elementos para argumentar si existe un problema por resolver.

El planteamiento del problema debe redactarse en forma de pregunta, que guiará en qué nivel se debe realizar la investigación.

8. HIPÓTESIS

Una premisa a responder la pregunta que genera un problema, se define como hipótesis. Este enunciado se construye en función de la posible relación que existe entre las variables independiente y dependiente en estudio. La formulación de dicho enunciado no

debe ser un capricho de quien la formule, por lo que debe estar basado en una suposición fundamentada con la información teórica. Así pues, se deberá sustentar la relación de las variables en información previamente consultada.

La redacción de la hipótesis debe ser lo más concreta posible, evitar ambigüedades, recordando que es una posible respuesta a la pregunta que se genera a partir del problema.

9. OBJETIVO (S)

Para contrastar la hipótesis se requiere cumplir con determinadas metas bajo cierta metodología. Dichas metas serán construidas para responder a la pregunta generada en el planteamiento del problema. La redacción de los objetivos indica lo que pretende el investigador obtener. Un problema, en la mayoría de los estudios, genera un objetivo general, su desglose implica diferentes acciones que ayuden a cumplirla, además es necesario elaborar objetivos particulares. La redacción de los objetivos debe iniciar con un verbo en forma gramatical infinita, que tiene como referencia una acción.

10. DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES DE TRABAJO

Para resolver un problema en cualquier área del conocimiento implica conocer las variables que intervienen y que provocan una respuesta a un fenómeno. Dicha respuesta puede ser provocada por uno o varios factores, por lo que es importante definir claramente las variables de estudio y delimitar su número.

En el Laboratorio de Investigación Formativa I, se pretende que se elijan dos variables para que interpreten la causa-efecto. En este nivel de estudio, se recomienda no trabajar con un sin número de variables ya que provocaría confusión en el alumno.

11. MATERIAL Y MÉTODO

Los experimentos son la etapa en la cual se refuta o se acepta la hipótesis planteada, para esto se hace uso de un método específico.

Para realizar el trabajo experimental es necesario contar con los elementos físicos por utilizar y deben ser adecuados, tanto en calidad como en cantidad. Para llegar a concluir la parte empírica, se debe tener en cuenta que el material y el equipo deben ser acordes

con el método planteado para alcanzar las metas propuestas en los objetivos. Se debe estimar la cantidad y la capacidad del material de vidrio, además de los accesorios utilizados. En el caso de las sustancias químicas, es importante considerar la cantidad mínima necesaria para llevar a cabo las reacciones. Recordar que se trabaja simulando un fenómeno y que no por utilizar pequeñas cantidades no se obtenga el efecto deseado. En este apartado se debe señalar las cantidades de todos los elementos a utilizar.

En el caso del método, particularmente para LIF I se debe obtener de una fuente bibliográfica especializada. Dicho método o métodos se deberán citar, así como la fuente de la que se obtuvo. En cada uno de los métodos se aplican procedimientos específicos para realizarlos de manera experimental, por lo que se debe revisar las cantidades del material y equipo y en caso necesario adecuarlas a las condiciones particulares.

12. RESULTADOS

Durante la parte experimental se obtendrán datos de las variables medidas, los cuales deben ser cuidadosamente registrados inmediatamente, estos pueden ser cualitativos o cuantitativos. Se deben organizar y simplificar de manera que refleje el comportamiento del objeto de estudio. Para esto se recomienda generar cuadros, gráficos, imágenes y fotografías, entre otros, que aporten una manera visual lo observado durante la parte experimental. Redactar de manera breve y clara lo observado durante el trabajo experimental, destacando aquellos datos que parezcan poco comunes, pero no profundizando en estos.

13. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este apartado se profundiza en aquello de interés para el investigador. Se debe explicar el comportamiento de los datos, contrastando con la información previamente recabada, de acuerdo con el nivel del estudio. En caso de que las bibliografías no satisfagan la explicación de lo que ocurrió experimentalmente, se puede hacer nuevamente una búsqueda bibliográfica para aclarar el fenómeno. En este apartado de debe responder a la hipótesis generada en el planteamiento del problema, revisar cuidadosamente que los objetivos se cumplan. Se deben señalar tanto los errores y descuidos que propicien alteraciones en los resultados. Es importante ser objetivos y

honestos al momento de redactar las observaciones, ya que esto apoya el porqué no se cumplieron satisfactoriamente tanto la hipótesis como los objetivos.

A cada una de las observaciones a contrastar deberán ser señalados él o los autores que apoyen (o no) a lo observado en el trabajo con citas bibliográficas.

14. CONCLUSIONES

Son una manera breve de explicar si se comprobó o no la hipótesis planteada, esta explicación no debe ser extensa, no más de cinco renglones. Por otra parte, se debe señalar los posibles errores experimentales que no permitieron cumplir con los objetivos planteados y por qué no se obtuvieron los resultados esperados. También, se pueden señalar los resultados que afirmen o no lo esperado.

15. BIBLIOGRAFÍA

Toda la información recabada antes y durante la investigación debe ser referenciada y ordenada alfabéticamente. Se sugiere utilizar el formato APA actual, tanto en los anteproyectos como en los informes para unificar un solo criterio y evitar confusiones generadas por las diferentes formas que existen.

16. ANEXOS

Durante el desarrollo del trabajo de investigación, surgen algunos conocimientos que son novedosos. Si el autor del trabajo escrito lo considera conveniente, deberá reportarlo en este apartado para ser consultado en el futuro. Además, se puede incluir un glosario de términos, los cálculos matemáticos utilizados para encontrar un modelo o los cálculos estequiométricos y las propiedades físicas y químicas, entre otros.

MANEJO DE RESIDUOS

a. Químicos

El generador de un residuo deberá clasificarlo de acuerdo con su naturaleza y grado de peligrosidad (CRETI) según la Norma Oficial vigente correspondiente.

Sólidos

El alumno colocará el residuo (reactivo único o mezcla de reactivos sólidos) en una bolsa de plástico limpia, de tamaño proporcional al contenido, la cerrará y etiquetará como se indica en el anexo 1, del Manual de Procedimientos de manejo de residuos generados en los laboratorios de docencia SGC-FESZ-PO06. Finalmente la colocará en el área identificada para residuos químicos.

Líquidos

El alumno colocará el residuo (reactivo puro o mezcla de reactivos) en un envase de material no reactivo con el contenido (no usar envase de material PET), limpio, que no haya contenido alimentos, de tapa ajustada (no usar parafilm o plástico como sello), para asegurar que no haya fugas.

Todos los recipientes que contengan residuos químicos deberán contar con etiqueta de identificación, conforme lo indica el anexo 1 del Manual de Procedimientos de manejo de residuos generados en los laboratorios de docencia SGC-FESZ-PO06.

El alumno deberá considerar el anexo 2 del Manual de Procedimientos de manejo de residuos generados en los laboratorios de docencia SGC-FESZ-PO06 para el envasado de algunos residuos químicos específicos (Fig. 5A).

El alumno colocará los residuos generados ya envasados e identificados en el área identificada para residuos químicos.

El docente verificará al final de la actividad experimental que el alumno haya clasificado, envasado, identificado y colocado en el área correspondiente los desechos químicos.

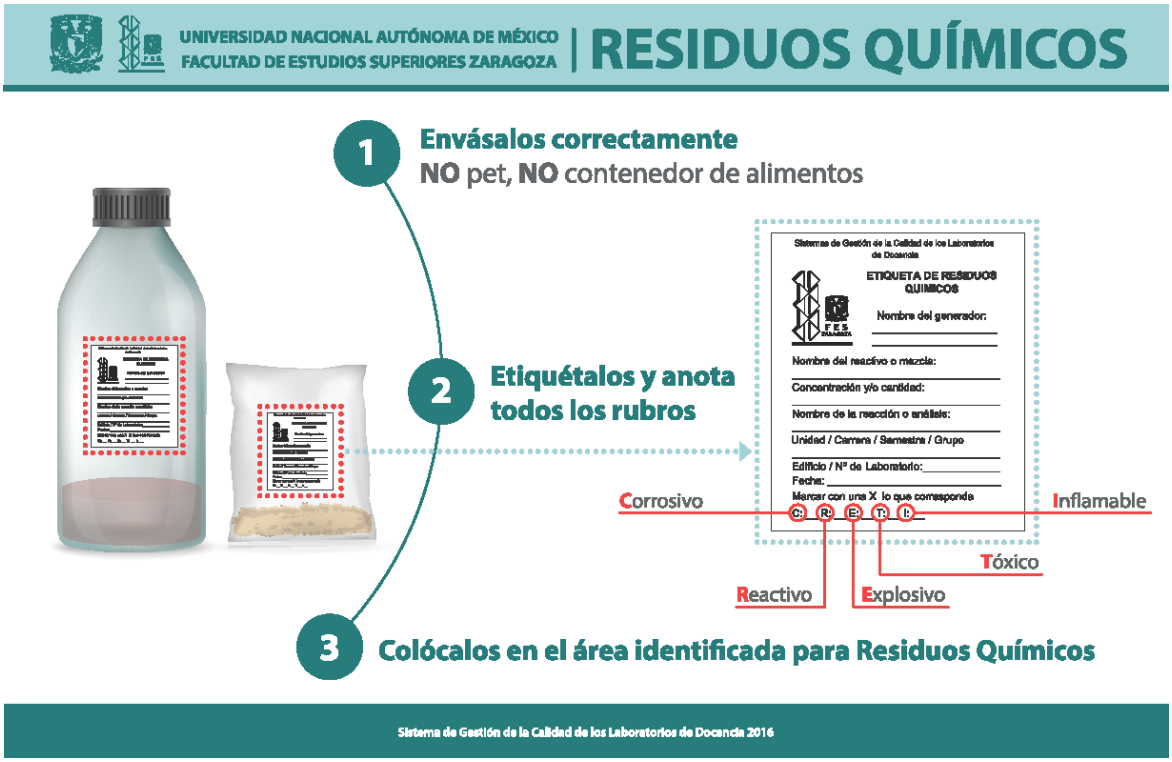


Figura 5A. Disposición correcta de los desechos líquidos.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN FORMATIVA I

GEOLOGÍA, PALEONTOLOGÍA Y CONDICIONES AMBIENTALES DE ZONAS FOSILÍFERAS DEL ESTADO DE PUEBLA

Profesor(a):

Ana Laura Maldonado Tena

Bertha Peña Mendoza

Diego Enrique Lozano Carmona

Dora Alicia Longares Méndez

Elizabeth Ortega Chávez

Eloisa Adriana Guerra Hernández

Elsa Eloísa Mariaca Meléndez

Erika Lourdes Ortíz Martínez

Irene Castillo Chaires

Jorge Antonio Valdivia Anistro

José Luis Guzmán Santiago

José Rigoberto Ramos Velázquez

María Eugenia Ibarra Hernández

Verónica Mitsui Saito Quezada

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN FORMATIVA I

GEOLOGÍA, PALEONTOLOGÍA Y CONDICIONES AMBIENTALES DE ZONAS FOSILÍFERAS DEL ESTADO DE PUEBLA

MARCO TEÓRICO

La Paleontología es la rama de la Biología que estudia todas las evidencias de vida, ya sean directas o indirectas (Molina, 2004) y que generalmente se encuentran asociadas a las rocas sedimentarias. El campo de acción de la Paleontología es sumamente amplio, va de lo microscópico a lo macroscópico, desde la descripción taxonómica de los organismos hasta la asociación de los diferentes grupos taxonómicos con los paleoambientes en los cuales se establecieron, incluso se pueden inferir las condiciones físicas y químicas del lugar en donde se preservaron los fósiles de los organismos. Bajo esta perspectiva y la complejidad de explicar dichos fenómenos se hace uso de diferentes disciplinas como la Botánica, Zoología, Microbiología, Química, Matemáticas, Estadística, Geografía, Ecología, entre muchas otras (Briggs y Crowther, 2001; García *et al*., 2002). Para interpretar los hallazgos de una zona fosilífera es necesario integrar los conocimientos de más de una de las disciplinas científicas, anteriormente mencionada, haciendo uso de la metodología científica (Melendi *et al*., 2009), lo cual da un significado objetivo y racional, aportando nueva información (Molina, 1996; Jablonski *et al*., 2015).

Los procesos de fosilización no son un suceso aislado, son parte de un ciclo natural dentro del cual se forman las rocas sedimentarias y depende en gran medida de otros factores como son las condiciones físicas y químicas del ambiente. Cada elemento conservado tiene una composición (química, mineralógica o petrológica) y propiedades estructurales (tamaño, forma, microestructura y grado de integridad, entre otras). Sin embargo, las ~~propiedades~~ características que presentan en la actualidad los fósiles,

pueden ser radicalmente diferentes de las que presentaban cuando tenían vida, cada elemento conservado está constituido por moléculas de una determinada clase (orgánica o inorgánica), y es posible conocer su composición química (Fernández, 2001).

Tal es el caso de los fósiles recolectados ~~A~~al sur del estado de Puebla, donde afloran las Formaciones Tlayúa, San Juan Raya, Otlaltepec, y Pie de Vaca que han sido estudiada desde los años 80´s del siglo pasado (Alor, 1990) y que representan no solo diferentes edades (Jurásico, Cretácico y Oligoceno) si no también ambientes diferentes con flora y fauna asociada también muy contrastante. ~~En contraste~~Por otro lado, en la región norte del estado existen solo afloramientos jurásicos de la Formación Huayacocotla esta unidad estratigráfica cuenta con un registro paleontológico diverso, característico de ambientes continentales y marinos. Debido a lo anterior ambas regiones permiten el planteamiento de proyectos de investigación diversos para el Laboratorio de Investigación Formativa I dentro del plan de estudios de la Carrera de Biología.

Marco legislativo para la protección del patrimonio paleontológico

El marco legislativo que regula y protege el patrimonio paleontológico en México está conformado por los artículos constitucionales 27 y 73, por la Ley General de Bienes Nacionales y la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos. Por lo tanto, el registro fósil forma parte de los recursos naturales y es prioridad de la Nación su protección, por medio de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos, en su Artículo 28bis, se expone que el que: “Para los efectos de esta Ley y de su Reglamento, las disposiciones sobre monumentos y zonas arqueológicas serán aplicables a los vestigios o restos fósiles de seres orgánicos que habitaron el territorio nacional en épocas pretéritas y cuya investigación, conservación, restauración, recuperación o utilización revistan interés paleontológico, circunstancia que deberá consignarse en la respectiva declaratoria que expedirá el Presidente de la República”. Además, se estipula que los fósiles hallados en el territorio mexicano son propiedad de la Nación y su venta es ilegal y toda colección paleontológica pública o privada, deberá estar inscrita en el Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicos. Al realizar dicho registro el administrador o apoderado de la colección

adquiere la responsabilidad legal de la custodia y la protección de los fósiles en dicho acervo (Cristín y Perrilliat, 2011; DOF, 2014; Rojas y Gío, 2016).

La comprensión del mundo material depende del conocimiento de la Química, así como de la capacidad para controlar los descubrimientos de esta ciencia, los elementos químicos tienen una presencia fundamental en toda la materia conocida y, además, intervienen en todos los procesos del planeta. Es fundamental conocer los procesos para entenderla y aplicarla, ya que está presente en nuestra vida diaria. La tarea de la química es revelar las vías de la auto-organización y trazar los caminos que conducen de la materia inerte a través de una evolución puramente química al nacimiento de la vida y sus interacciones, proporciona, por consiguiente, medios para interrogar al pasado, explorar el presente y tender puentes hacia el futuro (Lehn, 2011). Con ayuda de la química se puede conocer la composición de las rocas y tener información de su origen

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una de las tendencias evolutivas que se han generado en la vida, es el poder analizar el cambio y las condiciones que guardan los organismos del pasado bajo los ambientes actuales, por lo que con ayuda de la aplicación del método científico y la experimentación es posible llevar a cabo estudios del pasado y presente en una zona fosilífera, en donde los alumnos podrán aplicar los conocimientos adquiridos, desarrollar una actividad crítica y creativa, al mismo tiempo que sus aptitudes científicas se incrementan.

OBJETIVO GENERAL

Describir e identificar las características geológicas, paleontológicas y ambientales de las diferentes formaciones que afloran en el estado de Puebla.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Identificar el tipo de rocas presentes en la localidad de estudio.
- Indicar los procesos de intemperismo para establecer su relación con las condiciones climáticas.
- Describir algunos de los procesos tafonómicos que permitan la preservación de los fósiles, e inferir el paleoambiente.
- Identificar el proceso de fosilización de los organismos y estructuras recolectadas en la zona de estudio.
- Determinar taxonómicamente los ejemplares colectados.
- Indicar las relaciones estequiométricas y los procesos de equilibrio químico en muestras de roca, fósiles, suelo o agua de la localidad.

ZONA DE ESTUDIO

Las zonas de estudio están ubicadas en el estado de Puebla (Fig. 1), una de ellas se localiza en la parte sureste del estado de Puebla, en el área de confluencia de la región Neártica y Neotropical. Forma parte de las provincias fisiográficas del Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur y de la región morfológica de los llanos de Tepexi. La región alberga una gran historia geológica y cultural, encerrada entre altas montañas y en donde convergen climas semiáridos y templados que permiten el establecimiento de extensas zonas de matorral crasicaule donde se localiza un alto número de endemismos de animales y plantas. Los recursos mineros son abundantes e incluyen canteras de mármol traventino y ónix, así como minas de carbón y plomo. En esta parte del país afloran las formaciones; Otlaltepec (Jurásico), San Juan Raya (Cretácico), Tlayua (Cretácico) y Pie de Vaca (Oligoceno), que resguardan probablemente algunos de los sitios fosilíferos más importantes de México, pues sus fósiles no solo representan una diversidad biológica única en el mundo, sino que también se conservaron en grandes cantidades y su estado de preservación es extraordinario en muchos casos. Debido a la historia geológica del país y a la naturaleza del registro fósil en la región el ambiente mejor representado es el marino (Fig. 1).

Jurásico

Formación Otlaltepec: es una secuencia clástica, no descrita formalmente que descansa discordantemente sobre la Unidad Piedra Hueca y en algunas ocasiones sobre el Complejo Acatlán y el Tronco de Totoltepec. La formación aflora en el área de Coyotepec-Tianguistengo, al suroeste del Estado de Puebla en las coordenadas geográficas 18º 18’1.19’’ N y 97º 46’1.57’’O, tiene un espesor de 826.5 m y por sus características litológicas particulares se dividió a esta unidad en dos miembros miembro inferior con un espesor de 197 m y miembro superior, que abarca aproximadamente 629 m. Las impresiones y permineralizaciones de plantas son reportadas como escasas y poco diversas, preservadas en areniscas finas y lodolitas, que se localizan en los últimos 40 m del miembro inferior (Grajeda, 2015).

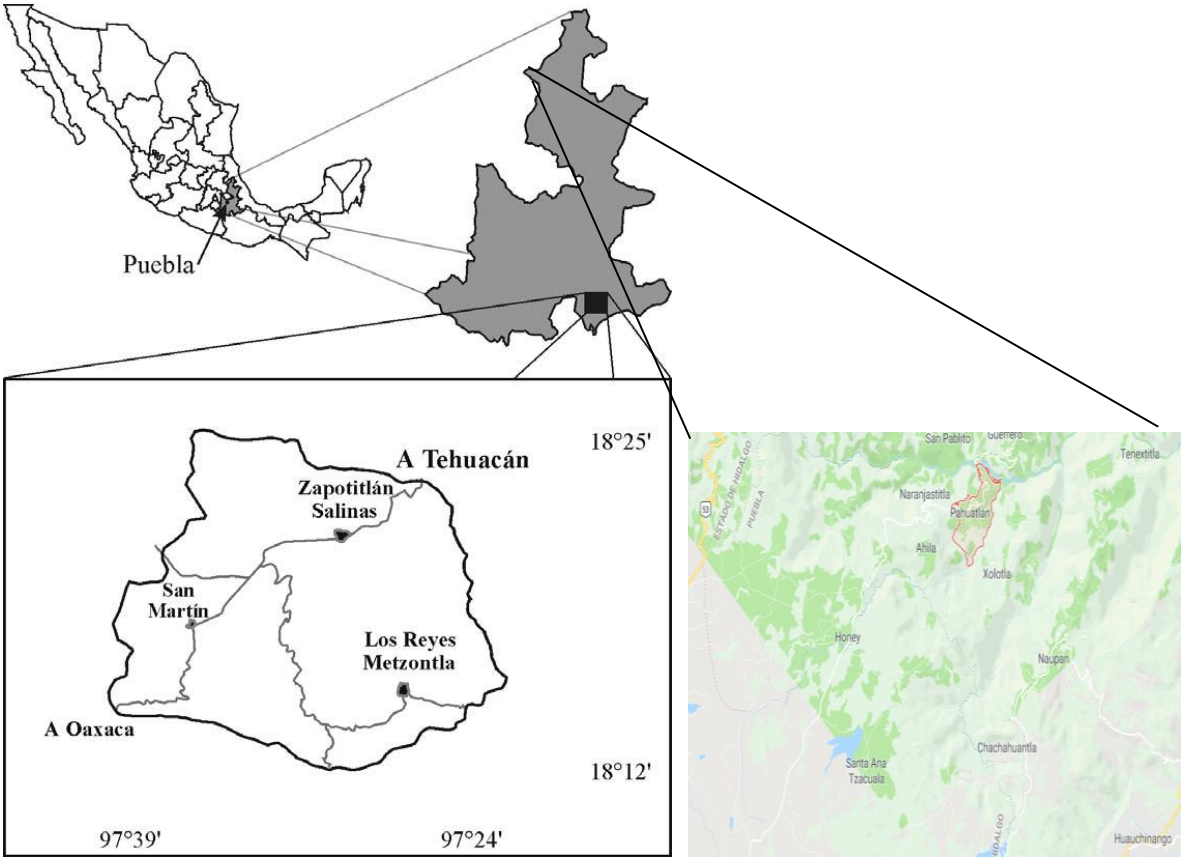


Fig. 1. Ubicación de la zona de estudio

Cretácico

Formación Tlayua: Pantoja-Alor (1989) propuso informalmente el nombre de Tlayúa para describir roca caliza micritica, laminar litográfica rojiza (calcita microcristalina), sin bioturbación y caliza recristalizada en algunas porciones de la cantera, así como de nódulos de pedernal. Esta unidad puede dividirse en tres miembros; el Miembro inferior consiste de caliza micrítica con intraclastos y abundantes miliólidos (foraminíferos), además contiene concreciones de pedernal, sílice blanco y negro, presenta biostromas de 20-50 cm de espesor formados por rudistas de la especie Toucasia polygyra y ostréidos del género Chondrodonta; el Miembro medio se caracteriza por su abundante contenido fosilífero, el cual suele estar muy bien conservado, este miembro está constituido por caliza micrítica rojiza con estratificación delgada y laminación ondulada (~15 cm), contiene lentes de pedernal oscuro, estructuras de carga y grietas de desecación; asimismo, presenta diferencias texturales entre las que resaltan micrita con intraclastos y miliólidos, intraesparita con foraminíferos e intramicroesparita; el Miembro superior consiste de estratos medianos a gruesos de dolomía y caliza dolomítica gris con abundantes intraclastos y miliólidos. En esta formación se han recolectado cianobacterias, foraminíferos, celenterados, poliquetos, amonites, belemnites, pelecípodos, gasterópodos, rudistas, equinodermos, artrópodos, peces holósteos y teleósteos, reptiles, algas, restos de gimnospermas y angiospermas. Esta gran diversidad paleontológica representa aproximadamente 40 grupos taxonómicos a nivel de orden o categoría superior (Espinosa-Arrubarrena y Montellano-Ballesteros, 2006), de ellos cerca de 5100 ejemplares corresponden a peces distribuidos en alrededor de 20 familias y 42 especies, principalmente picnodóntidos y macrosémidos.

Formación San Juan Raya: Barceló-Duarte (1978) y Buitrón y Barceló-Duarte (1980) describe la litología de esta unidad como una lutita de color gris verdoso y gris en estratos de 2-30 cm de espesor; con capas erráticas de 10-20 cm de lutita de color gris violáceo y capas de lutita calcárea de 1-5 cm de espesor, que contienen gran cantidad de huellas y pistas de gusanos, intercaladas con arenisca y arenisca calcárea de color gris y gris verdoso de grano fino a medio en estratos de 2-50 cm de espesor, muy fracturadas y con

gran cantidad de vetillas de calcita en donde se presentan bancos de nerineas, corales y ostreas que forman coquinas (Buitrón-Sánchez, 1970). López-Ramos (1981) señala que esta unidad se extiende a lo largo de una faja con rumbo norte-sur formando las Sierras de Miahuatepec y Atzingo, que constituyen el borde occidental del valle de Tehuacán.

Oligoceno.

Formación Pie de Vaca: Esta unidad aflora en el estado de Puebla en la región de Tepexi de Rodríguez, fue nombrada Formación Pie de Vaca por Pantoja Alor *et al*., (1989) y Pantoja-Alor (1992), aunque no se estableció una división para esta unidad. Magallón-Puebla y Cevallos-Ferriz (1993) realizan un estudio paleobotánico de una sucesión que aflora en las cercanías del río Axamilpa, denominada localidad Ahuehuetes, la cual consideraron parte de la Formación Pie de Vaca; idea que ha prevalecido hasta la fecha. Pantoja-Alor *et al*. (1989), mencionan que esta formación en su base está conformada por caliza lacustre color crema, con estratificación delgada a mediana y bandas de sílice e intraclastos de caliza, pedernal y rocas volcánicas. Continúa con una alternancia de conglomerado polimíctico bien compactado con fragmentos de guijas de caliza, pedernal, cuarzo y rocas volcánicas diversas. El espesor de las capas conglomeráticas varía entre 1 y 2 m. Las gravas y arenas cambian de pobremente consolidadas a compactadas regularmente; su matriz es arcilloso-arenosa amarillosa a crema; los fragmentos y granos de arena son de una composición similar al conglomerado. Finalmente, en esta localidad se ha recuperado gran cantidad de restos vegetales, muchos de ellos pertenecientes a nuevos taxones, entre los que destacan: *Cedrelospermum manchesteri* y *Magalenophyllum aequilaterum* (Magallón-Puebla y Cevallos-Ferriz, 1994a; Calvillo-Canadell y Cevallos-Ferriz, 2002).

Norte de Puebla

La segunda zona de colecta se localiza al norte del estado de Puebla en los límites con el estado de Hidalgo, entre los Municipios de Honey y Pahuatlán muy cercano a las cabeceras municipales de ambas demarcaciones (Fig. 2).

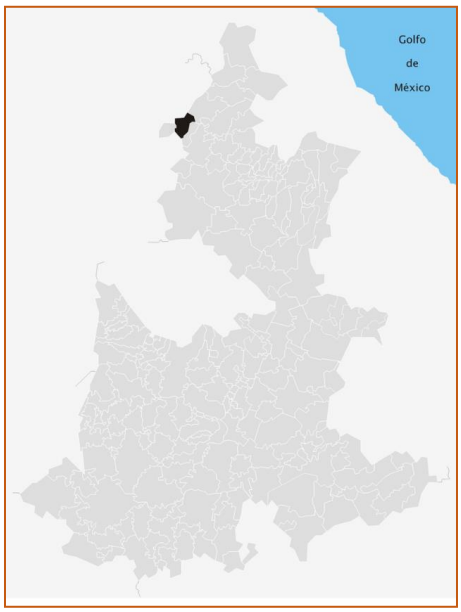


Figura 2. Ubicación de Los Municipios de Honey y Pahuatlán

Las localidades forman parte de la Sierra Norte de Puebla, que es una cadena montañosa que integra el gran sistema llamado Sierra Madre Oriental. El municipio de Honey tiene una superficie de 93,12 km^2. Se localiza en el noroeste del estado de Puebla. Limita al norte, oeste y sur con el estado de Hidalgo y al oriente con el municipio poblano de Pahuatlán que a su vez Limita al norte con Tlacuilotepec y el estado de Hidalgo; al este, con Naupan y Tlacuilotepec; al sur, con Huauchinango. Una de las más notables prominencias del relieve de este municipio es el cerro Ahila. La altitud de los picos de la Sierra Norte alcanza en esta zona los 2000 msnm. Entre las montañas corren numerosos ríos, Una pequeña porción del territorio desagua en la cuenca del río Pánuco entre las montañas corren numerosos ríos, aunque las corrientes más importantes que aquí nacen son tributarias de la cuenca del río Tuxpan y el río Cazones, que desaguan en el Golfo de México. El clima dominante es templado con abundante lluvia en verano.

El Centro-Oriente de México en la región de estudio posee un conjunto de unidades mesozoicas y cenozoicas (Fig. 2), que presentan un intervalo que va desde el Jurásico Inferior al Cenozoico Inferior. El afloramiento de estudio se ubica en la base de este

intervalo, como perteneciente a la Formación Huayacocotla del Jurásico Inferior (Imlay, 1948). Conforme a la descripción de la localidad tipo (López-Ramos, 1981), la Formación Huayacocotla subyace a la Formación Cahuasas (Jurásico Medio) y sobreyace a la Formación Huizachal (Triásico), aunque en el sitio de estudio esta secuencia mesozoica se encuentra posiblemente cubierta, ya que no ha sido encontrada. Se considera que el afloramiento es de edad sinemuriana superior, dada la presencia de las siguientes especies índice: *Paltechioceras tardecrescens*, *P. rothpletzi* y *P. harbledownense*, las cuales fueron reportadas en esta región por Erben (1956a), quien los asigna por primera vez a esta edad. La sedimentación que originó esta roca produjo una estratificación laminar, es decir, del orden de milímetros, generada por la intercalación regular de areniscas muy finas en una matriz de limolita.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material básico para la identificación de los tipos de roca y fósiles de la(s) localidad(es) de estudio (*aspectos particulares que serán proporcionados por el profesor):

Material	**Equipo**	**Reactivos**
Aguja de disección	Microscopio	Agua destilada
Bibliografía especializada	Estereoscopio	Agua oxigenada
Bolsas de papel estraza (diferentes tamaños)		Ácido clorhídrico
Brocha mediana		Alginato
Cajas petri		
Carta de color Munsell para roca*		
Espátula		
Etiquetas		
Lupa 10x a 20x		
Manual de LIF I		
Pinceles medianos		
Pizeta		
Tablas de granulometría*		
Vernier o regla		

MÉTODO

Paleontología y Geología

Uso de cartografías geográficas para la descripción de la(s) localidad(es) de estudio. Se usarán mapas de tipo: Carta geológico-minera, topográfica, ambas en escalas 1:50,000 e imágenes satelitales para la ubicación de las mismas.

Para la identificación de los ejemplares de roca *in situ* se realizará una descripción general del afloramiento, se ubicará la mejor área para trabajar. En el área seleccionada, con ayuda de brochas y agua, se limpiarán los estratos para lograr obtener espesores, y realizar la determinación del tipo de roca. Esta última parte se hará con el uso de las escalas de granulometría, carta de color Munsell para rocas, prueba de ácido clorhídrico y textura, registrando los datos y observaciones en cuadro 1 del Manual de LIF I.

En el caso de recolectar muestras, estas deberán ser de mano (tamaño general para una muestra de roca). Cada ejemplar será debidamente envuelto y etiquetado. Ya en laboratorio se limpiará y determinaran sus características. Si la muestra fue recolectada previamente, se emplearán las escalas de granulometría, carta de color Munsell para rocas, prueba de ácido clorhídrico y textura, registrando los datos y observaciones en cuadro 1 del Manual de LIF I. De cada localidad que comprenda la zona de estudio se realizará el registro fotográfico de los ejemplares y de las actividades realizadas.

Para determinar el tipo de intemperismo que afecta a la localidad seleccionada se realizarán observaciones en las rocas expuestas *in situ* y/o transportadas en la localidad de estudio, determinando el grado de fragmentación, redondez, tamaño y tipo de fractura. Así como, posibles relaciones de agentes de intemperismo.

El alumno a partir de los conocimientos teóricos adquiridos en las prácticas de laboratorio realizadas, propondrán un modelo experimental que pueda llevar acabó en el laboratorio, que explique el proceso tafonómico. Posteriormente elegirá una comunidad vegetativa donde deberá delimitar el área para colectar el material y ver la dirección en la que se encuentra, posteriormente realizar conteos de lo colectado en el área delimitada y registrará el tipo de organismos colectados, así como el material completo e incompleto.

En caso de no realizar una salida al campo se le proporcionaran coordenadas geográficas de las zonas de colecta en Sistema UTM (Universal Transversal de Mercator) WGS84 (World Geodetic System 84), explicando a los alumnos de manera general, el fundamento del GPS (Global Positioning System). Se hará una investigación bibliográfica para ubicar las formaciones geológicas involucradas en la zona de estudio. Posteriormente se les proporcionaran muestras de mano de rocas de la zona, y fósiles para que el alumno pueda proponer, inferir tipo de paleambiente y proceso de fosilización de los ejemplares colectados (Tarbuck *et al*., 2005).

Para la identificación taxonómica de los ejemplares colectados se emplearán, según se requiera, estereoscopio o lupa para su limpieza mecánica o químicamente (en caso de ser necesario). Cabe la posibilidad de que los ejemplares deban ser depositados en la colección de docencia de la FES Zaragoza. Al terminar la limpieza se debe consultar bibliografía básica, para reconocer la morfología general de los fósiles (Anderson *et al*., 2007; Taylor *et al*., 2009). Los alumnos deberán de realizar esquemas o tomar fotografías para observar más detalladamente (en caso de ser necesario). Posteriormente se debe consultar bibliografía especializada (de acuerdo con el grupo) y claves taxonómicas (Pott y McLoughlin, 2009). Reconocer el Phyllum, Clase u Orden de acuerdo con el tipo de fósil analizado.

Además de las muestras de roca necesarias para reafirmar el conocimiento y conceptos de geología, en campo se toman muestras de agua y fósiles a fin de conocer sus características físicas y químicas y con ello utilizar los conceptos y conocimientos aprendidos durante el curso en particular en los temas de preparación de soluciones, titulación, estequiometria y equilibrio químico.

Evaluación de condiciones físicas y químicas en muestras de agua

En campo se llevarán a cabo determinaciones físicas y químicas a las muestras de agua de la zona que se colecten, que permitan establecer las condiciones que prevalecen en ese momento en el ecosistema. Algunas de estas determinaciones, serán la temperatura, pH, conductividad, alcalinidad y dureza total y de calcio. Posteriormente en el laboratorio se analizarán los cambios en estos parámetros aplicando los cálculos estequiométricos necesarios y además se podrán definir las condiciones de equilibrio químico, de tal

manera que se puedan inferir las condiciones, para la disolución o la precipitación de compuestos como los carbonatos asociados a los cationes presentes en el sistema.

En este sentido y con previo conocimiento de la forma adecuada para tomar muestras de agua, los criterios para la selección de los sitios donde se toman y las formas de preservación de las mismas (Guerra y Cruz, 2014), se utilizarán muestras alternas de estos componentes para aplicar los procedimientos adecuados para obtener la siguiente información:

PARÁMETROS FÍSICOS

Temperatura

La temperatura ambiental y del agua permitirá conocer además del manejo adecuado de los distintos termómetros, evaluar a través de estos datos la relación existente entre la temperatura y las condiciones ambientales de disolución, precipitación, ubicación del sitio (altitud y latitud), tipo de vegetación y época del año y que con ello el alumno pueda hacer deducciones acerca de cómo este factor afecta la presencia de las posibles sustancias disueltas en el agua (sales y gases) en función de los cambios en el equilibrio del sistema y en el metabolismo de los organismos presentes.

Conductividad Eléctrica

Con ayuda de un conductimetro se mide la capacidad de una solución para trasladar la corriente eléctrica a través de las sustancias ionizadas presentes en el agua, así como su movilidad y número de oxidación relacionados con la temperatura del sistema. La medición de la conductividad indica la variación en la concentración de minerales que inciden sobre el equilibrio químico de los sistemas y organismos presentes en ellos.

PARÁMETROS QUÍMICOS

Las principales determinaciones sobre estos parámetros se realizan de acuerdo a lo descrito en textos tradicionales como APHA (2012) o adaptados a las condiciones abordadas en nuestro laboratorio como el texto de Guerra y Cruz (2014), y Gómez *et al*. (2014), entre los principales parámetros a determinar se encuentran los siguientes:

pH

Esta medida de la actividad de los iones hidronio traducidos en concentración de los mismos, se mide con la ayuda de un potenciómetro, por lo que el alumno además de aprender a utilizar el equipo y conocer la diferencia entre uno de campo y uno de laboratorio podrá conocer el nivel de acidez o basicidad de una muestra de agua o de suelo que indirectamente indica el tipo de sustancias disueltas (Gómez *et al*., 2014).

Alcalinidad

La alcalinidad se define como la capacidad de una solución para neutralizar los ácidos o bien su capacidad para aceptar iones hidronio (H_3O^+) y es la suma de las concentraciones de los componentes básicos en solución. Puede ser determinada a través de titulaciones potenciométricas o con el uso de indicadores ácido-base (comúnmente fenolftaleína y anaranjado de metilo). Se fundamenta en la detección de las bases predominantes, cuando las muestras presentan color rosa al agregar fenolftaleína, significa que contienen cantidades considerables de carbonatos o hidroxilos y la valoración se realiza en dos etapas primero titulando con ácido sulfúrico hasta que la fenolftaleína se torna incolora y posteriormente agregando naranja de metilo y seguir titulando hasta que el indicador cambie de amarillo a color canela, (Gómez *et al.,* 2014).

Dureza

El proceso natural de la disolución de las rocas y minerales alcalinotérreos como piedras calizas y dolomitas presentes en la corteza terrestre se manifiesta en un comportamiento químico expresado con el término de dureza que disminuye su capacidad para generar espuma al agregar jabón. La dureza es la concentración total de iones metálicos

bivalentes en el agua, principalmente iones calcio (Ca^{+}) y magnesio (Mg^{+}) expresada en mg/L de carbonato de calcio. Estos iones son importantes en el equilibrio químico de los sistemas acuáticos y la productividad de los mismos. La dureza se evaluará con los procedimientos para Dureza Total y Dureza de calcio, (Gómez *et al*., 2014).

Dureza Total

Si bien existen métodos instrumentales (absorción atómica) es importante para el entendimiento de los conceptos abordados en química evaluar este parámetro por el método de valoración complejométrica que reafirma los conocimientos de preparación de soluciones, estequiometría y equilibrio químico además de la titulación misma que además confiere una mayor precisión cuando se realiza adecuadamente. Los iones de calcio y magnesio se valoran con la sal disódica del ácido etilen-dismin-tetracético (EDTA) que forma complejos estables de Calcio y Magnesio (Gómez *et al*., 2014).

Dureza de Calcio

Al igual que el caso anterior requiere de una valoración complejométrica utilizando las condiciones de pH e indicadores que sólo identifican la presencia de calcio presente en los sistemas y que forman complejos con el EDTA. Existen otras determinaciones como fosfatos, silicatos y otros iones de relevancia que indican la influencia de la composición geológica y nivel de nutrimentos potencialmente aportados al ambiente y que se pueden determinar para evaluar el equilibrio químico que se presenta en la interacción entre roca, agua y suelo a fin de que el alumno aplique los conocimientos adquiridos (Gómez *et al*., 2014).

Manejo de datos experimentales

Finalmente, es importante señalar que se requiere que el alumno realice un manejo adecuado de sus datos experimentales a través del uso de estadística descriptiva básica (Medias, medianas, modas, Varianza y Desviación Standard) que permitan describir el comportamiento general que estos guardan; pruebas de hipótesis simples para comparar

pares de muestras y de la relación que presentan algunas variables de sus datos en los casos pertinentes que permita señalar el tipo de comportamiento y relación que estos presentan por medio de su modelo gráfico y ecuación empírica (Lineal, Potencial o Exponencial) (Márquez, 2004).

LITERATURA CITADA

Alor, J. P. (1990). Geología y paleoambiente de la cantera Tlayúa, Tepexi de Rodríguez, Estado de Puebla. *Revista mexicana de ciencias geológicas*, *9*(2), 156.169.

American Public Health Association (APHA). (2012). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. *American Water Works Association, Water Pollution Control Federation.* 22th Ed. New York. USA.

Aparicio, M. F.J. (1994). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Limusa, Grupo Noriega Editores. México. 303 p.

Briggs, D.E.G., y Crowther, P. R. (2001). *Palaeobilogy II*, Blackwell Sciences Ltd. United Kingdom. 593 p.

Barceló-Duarte, J. (1978). *Estratigrafía y Petrografía Detallada del Área de Tehuacán-San Juan Raya, Edo. de Puebla: México*, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, tesis profesional, 143 p.

Buitrón-Sánchez, B. E. (1970). Equinoides del Cretácico Inferior de la región de San Juan Raya-Zapotitlán, Estado de Puebla. *Paleontología Mexicana*, 30:1-45.

Buitrón, B.E., Barceló-Duarte, J. (1980). Nerineidos (Mollusca-Gastropoda) del Cretácico Inferior de la región de San Juan Raya, Puebla: *Revista del Instituto de Geología*, 4(1), 46-55.

Calvillo-Canadell, L. y Cevallos-Ferriz, S.R.S. (2002). *Bauchis moranii* gen. Et sp. nov. (Cercideae, Caesalpinieae) an Oligocene plant from Tepexi de Rodriguez, Puebla, Mex., with leaf architecture similar to *Bauhi*

Calvillo-Canadell, L. y S. R. S. Cevallos-Ferriz. (2007). Flowers of Rhamnaceae from the Cerro del Pueblo (Upper Cretaceous, Coahuila) and Coatzingo (Oligocene, Puebla) formations, Mexico. Am. J. Bot. 94(10): 1658-1669nia and Cercis. Review of Palaeobotany and Palynology, 122 (3-4): 171-184.

Cristín, A., y Perrilliat, M. d C. (2011). Las colecciones científicas y la protección del patrimonio paleontológico. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana,* 63(3): 421-427.

Diario Oficial de la Federación, (2014). Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.

Espinosa-Arrubarrena, L. y Montellano-Bellesteros, M. (2006). Visita al Museo Regional Mixteco, Tlayúa y algunas localidades fosilíferas importantes (excursión post-congreso): *Memoria del X Congreso Nacional de Paleontología,* Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Ciudad de México, 21-25 de noviembre. Publicación especial, núm.5, p. 142-172

Fernández, S. R. (2001). Tafonomía, fosilización y yacimientos de fósiles: modelos alternativos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, *9*(2), 116-120.

Flores, J. A. H. (2017). Investigaciones paleontológicas en el Valle de Puebla durante el siglo xx. *Ciencia Ergo Sum*, *24*(3), 259.266.

García, P., Montellano, M., Quiroz, S.A., Sour, F., Ceballos, S., Chávez, L. (2002). *Paleobiología Lecturas Seleccionadas*. Coordinación de servicios Editoriales, Facultad de Ciencias, UNAM. 307 p.

Gómez M. J. L., Blancas A.G., Constanzo C. E. y Cervantes S. A. (2014). Análisis de calidad de aguas naturales y residuales con aplicación a la microescala. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Proyecto PAPIME PE205513

Grajeda C.L.I. (2015). Identificación de Maderas fósiles, de la Unidad Magdalena y Formación Otlaltepec, Puebla. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F., Tesis de Licenciatura. 85 p.

Guerra H., E. A. y Cruz F.G. Eds. (2014). Métodos de Evaluación y Diagnóstico para Agua y Suelo. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Proyecto PAPIME PE 205510. México.

Hernández V. E. J. (2013). Interpretación de paleoambientes del sinemuriano superior (jurásico inferior) del grupo Huayacocotla en la región de Pahuatlán, Puebla.

Imlay, R. W., Cepeda D. L.C. E., Álvarez, M. y Díaz, T. (1948). Stratigraphic relations of certain Jurassic Formations in eastern México. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologist, 2 (9), 1750-1761.

Jablonski, D., y Shubin, N. H. (2015). The future of the fossil record: Paleontology in the 21st century. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *112*(16), 4852.4858.

Lehn, J. M. (2011). Constitutional dynamic chemistry: bridge from supramolecular chemistry to adaptive chemistry. In *Constitutional Dynamic Chemistry* (pp. 1-32). Springer, Berlin, Heidelberg.

López-Ramos, E. (1981). *Geología de México*, Tomo III, Segunda edición, México, 446 p.

Magallón-Puebla, S. y Cevallos-Ferriz, S.R.S. (1993). A fossil earthstar (Geasteraceae:Gasteromycetes) from the Late Cenozoic of Puebla, Mexico. *Amer. Jour. Bot.* 80. 10:1162-1167.

Magallón-Puebla, S. y Cevallos-Ferriz, S.R.S. (1994a). Fossil legume fruits from Tertiary strata of Puebla, Mexico. *Canadian Journal of Botany*, 72, 1027-1038.

Marqués, D. S. M. J. (2004). *Probabilidad y Estadística para Ciencias Químico Biológicas*. Facultad de Estudios Superiores, Zaragoza. U.N.A.M. México, D.F. 626 p.

Melendi, D. L., Scafati, L., Volkheimer, W., y Chavez, R. F. (2009). Técnicas extractivas y preparativas en Paleontología: Aspectos ambientales y de seguridad laboral. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, *11*(1): 107-129.

Molina, E. (1996). *El análisis tafonómico en Micropaleontología: particularidades tafonómicas de los microfósiles*. Institución" Fernando el Católico".

Molina, E. (Ed.). (2004). Micropaleontología (Vol. 93). Prensas de la Universidad de Zaragoza. Recuperado de http://wzar.unizar.es/perso/emolina/pdf/Molina2004MicropaleontologiaLibro.pdf

Pantoja-Alor, J. (1992). Geología y Paleoambientes de la Cantera Tlayúa, Tepexi de Rodríguez, Estado de Puebla: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, UNAM. Revista 9,2 p. 156-176

Pantoja-Alor, J. Malpoca-Cruz, V. M. y Galguera-Rosas, G. (1989). Geología de los alrededores de la cantera Tlayúa, Tepexi de Rodríguez, Puebla; Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología. Simposio sobre Geología Regional de México, 3. México, D.F. Memoria, p. 61-69.

Pott y McLoughlin (2009). From Mixteco Terrane, Phytogeographical Implications of Williamsoniaceae Family (Bennettitales). *Open Journal of Geology*, 9, 142-156.

Ramírez-Cruz, G.A. y Montellano-Ballesteros, M. (2014). Two new glyptodont records (Mammalia: Cingulata) from the late Pleistocene of Tamaulipas and Tlaxcala,

Mexico: Implications for the taxonomy of the genus Glyptotherium. *The Southwestern Naturalist,* 59 (4): 522-530.

Rojas-Zuñiga, A., y Gío-Argáez, F.R. (2016). Museos Comunitarios de México y la Paleontología. Estudio de caso: Formación San Juan Raya, Puebla, México. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Sección, Aula, Museos y Colecciones*, 3:21-32.

Scott, J. (1975). *Introducción a la Paleontología* (No. 56 SCO). Recuperado de http://www.uaz.edu.mx/histo/Biologia/BioUAZ/PaleoBio/Scott_James_Intro_Paleontologia.pdf

Tarbuck, E.J., Lutgens, F. K., y Tasa, D. (2005). *Ciencias de la Tierra*. Madrid, España: Pearson Educación S. A.

Taylor, T. N. Taylor, E. D. y Krings, M. (2009). *Paleobotany*. The Biology and Evolution of Fossil Plants. Academic Press. Elsevier.

Control de cambios

Fecha de revisión	Versión	Descripción de la modificación	Sección
03/05/2007	1	Ninguna (versión original	
10/06/2009	2	Ninguna (versión ISBN)	
23/07/2017	3	Ninguna (versión original para el SGC laboratorios de docencia de la FES Zaragoza)	
22/01/2020	4	**(Minerales)** falta resumen Errores ortográficos Omisiones o correcciones de redacción Falta referir material en lista Los cuadros 1.1, 1.2 y 1.3 no será material de apoyo porque se van a incluir en la práctica Cambio o error de numeración o de formato **(Rocas)** Fundamento teórico Falta referir material en lista Falta la referencia a los otros tipos de rocas corrección de redacción u omisiones o modificación en la numeración **(Tafonomía)**Fundamento teórico Corrección de redacción, errores ortográficos u omisiones Falta referir material en lista Modificación al procedimiento **(Micropaleontología)** Fundamento teórico Corrección de redacción, errores ortográficos u omisiones Actualización de conceptos Falta referir material en lista **Morfología de grupos fósiles** Phyllum Mollusca	8/p2 15/p1/r3,15/p2/r5, 15/p3/r3 15/p3/r1,15/p3/r2, 15/p3/r4, 16, 17/p1/r3, 17/p1/r4, 17/p2/r1, 17/p5/r2, 17/p8, 18/cuadro 16 17/p3/r1,17/p5/r1 17/p7/r2, 17/p7/r3 18/p2, 18/cuadro 19/r6 21/p3/r2, 22 22/p2/r2 22/r2, 22/r1, 22/p1/r3, 22/p1/r5, 22/p2/r1, 23/p1/r5, 23/p2, 23/p3/r1, 23/p3/r1, 23/p3/r4, 23/p3/r5, 23/p4/r1, 23/p5/r3 27/p2/r1, 27/p2/r2, 27/p3/r2, 28/p1/r1, 28/p1/r2, 28/r5, 28/r12, 29/p1/r6, 29/p1/r7, 29/p1, 30, 31/p1, 32/r1, 33/p1/r2, 28 29, 29/r2, 29/r3, 29/r4, 29/r5, 29/r6, 29/r7 33/p1/r5, 34/p1/r2, 34, 34/p1/r2, 33/p1/r1, 33/p1/r5, 35/r1, 35/r2, 35/p1/r2, 36/p1/r2, 36/p2/r1, 36/p2/r1, 36, 37/r1, 37/r2 y r3, 34/p1/r3, 34/p2/r2, 34/p1/r1, 37/r3 35

Código	Fecha de elaboración o revisión	Versión	Página
SGC-FESZ-BIO-ML01	22 de enero de 2020	4	142/142

Fecha de revisión	Versión	Descripción de la modificación	Sección
		Corrección de redacción, errores ortográficos u omisiones o modificación en la numeración	39/p1/r1, 39/p1/r3, 39/p2/r2, 40/p1/r1, 41/r1, 42/p1/r1, 42/p1/r2, 42/p1/r3, 42 cuadro 1, 42
		Falta referir material en lista	cuadro 2, 44/p1/r1,
		(Paleobotánica) Fundamento teórico: Corrección de redacción, errores ortográficos u omisiones o modificación en la numeración	41/r2 45/p1/r1, 45/p2/r1, 45/p2/r2, 46/p1/r1, 46/p1/r4, 45/p1/r6, 45/p2/r1, 45/p2/r3, 46/r2, 47/p1, 47/p2/r1, 47/p2/r3, 47/p2/r2, 47/p3/r1, 55/p4/r1, 56/p1/r4, 57/p1/r2, 58/p4/r4, 58/c1/r4, 58/c1/r5, 58/c1/r6, 58/c1/r7,
		(Estequiometria) Modificación del concepto	60/p4/r1, 65/p1/r3, 65/p2/r6, 67/p2/r3, 67/p2/r4, 67/ p3/r1, 67/p6/r3, 67/p7/r3,
		Corrección de redacción, errores ortográficos u omisiones o modificación en la numeración	66/p2/r3, 66/p3/r4, 66/p6/r5, 68/p3/r5, 69/p4/r4, 72/p3/r3, 72/p3/r4, 73/p1/r5, 75/p4/r1, 76/p8/r1, 76/p9/r1, 76/p10/r1, 81/p1/r1, 67/p5/r1, 81/p2, 81/p4, 68/p5/r1,2,3,4,5,6, 82/f1, 67/p7/r3, 82/f1, 83/p1/r1, 83/p3-4, 87/p2/r1, 88/p1, 88/p3-5,
		Actualización de conceptos	88/p6, 89/p1,
		Completar conocimiento en los estudiantes	74/p1/r1-8,
		Actividad que realizan los estudiantes	81/p1/r4,
		Corrección de la reacción química	81/p3, 87/p3
		Analizar los valores e información obtenida experimentalmente	83/p5/r2 84/p3
		Solicitar al estudiante explique el principio de LeChatelier	85/p6
		Reubicación de objetivos	
		Se solicita al estudiante analizar la información obtenida en el experimento	87/p4 90/p2
		Dar congruencia a la secuencia de las actividades experimentales	69/p4/r4, 74/p5/r3