

PRÓLOGO

El presente manual está dirigido a los alumnos del primer curso del laboratorio de investigación formativa correspondiente al primer semestre de la licenciatura de biología. Lo escribieron los profesores con experiencia en la enseñanza práctica relacionada con la formación profesional de la biología, y está fundamentado en el programa vigente del nuevo plan de estudios.

El propósito del manual es ofrecer a los estudiantes de biología una guía para su trabajo en el laboratorio.

Probablemente para muchos estudiantes sea la primera vez que se enfrenten con un laboratorio muy diferente al que llevaron en el bachillerato, y se espera que, guardando la proporción debida, asuman la actitud de un investigador. Por ende, se les brinda la oportunidad de aprender y aplicar las diferentes fases de la investigación y a solucionar un problema no muy complejo del campo de la biología. Para lograr lo anterior, el manual consta de experimentos enfocados al estudio de fósiles, minerales y rocas, cuyo eje de referencia es la asignatura de “ciencias de la tierra”. Además están sustentados en el contenido de la asignatura de química general, que estudian en el mismo semestre.

Los experimentos siguen los lineamientos de la metodología científica y en ellos los estudiantes establecen qué van a hacer, cómo y con qué, se incluyen algunas prácticas que están estructuradas para que los alumnos realicen lo que se establece en ellas.

También se realizará un proyecto de investigación el cual puede girar alrededor de los temas de tafonomía, rocas, minerales, fósiles y agua.

Con los trabajos de laboratorio y campo se proporcionará a los alumnos las herramientas para realizar su proyecto de investigación.

Finalmente, para lograr el éxito en el trabajo de laboratorio, será necesario, entre otras cosas asumir una actitud positiva y abierta hacia el nuevo laboratorio; trabajar con esmero, dedicación y disciplina; utilizar la imaginación para emplear todos los medios que estén al alcance; aceptar con agrado los retos que se presentan en el nuevo laboratorio; esforzarse y dedicarle el tiempo que requiere la investigación en la biología.

Prof. Jorge Rivas Montes

INTRODUCCIÓN

*Basta un mínimo de curiosidad
para que un mundo de increíble interés,
se abra y nos invite a adentrarnos
de lleno en sus profundidades.
A..Peña.*

El mundo en que vivimos presenta una variedad infinita de fascinantes problemas que excitan nuestra admiración y curiosidad. El investigador científico, como el detective, intentan formular estos problemas en términos precisos y, en cuanto es humanamente posible, resolverlos a la luz de todos los hechos relevantes que se pueden reunir, mediante la observación y la experimentación. Preguntas tales como « **¿Qué es?** » se refiere en general a la materia de que están hechas las cosas y se puede responder en términos de compuestos químicos y elementos.

« **¿Cómo?** » se refiere a los procesos y acontecimientos naturales – cómo se originan, ocurren o cambian las cosas – y, en el campo de las actividades humanas, a los métodos y técnicas.

« **¿Dónde?** » se refiere a lo que tenga conexión con el espacio, y en particular, con las posiciones relativas y distribuciones de las cosas.

« **¿Cuándo?** » plantea todos los problemas relativos a la historia de cosas y acontecimientos. Descifrar la historia de la Tierra y de sus habitantes es la meta más ambiciosa del empeño geológico.

El desafío es encontrar los indicios que puedan sugerir posibles respuestas a problemáticas que se presentan en la naturaleza y deben analizarse hasta sus últimos detalles.

Esta búsqueda y análisis serán actividades a realizar en los Laboratorios de Investigación Formativa que tienen un carácter metodológico - formativo y son el espacio didáctico en donde el alumno podrá desarrollar y construir su propio proceso de aprendizaje a través de actividades que lo orienten tanto en la búsqueda de información, como en el diseño de su trabajo experimental; además de adquirir algún conocimiento específico en determinado campo de la ciencia, podrá también desarrollar en orden de complejidad creciente: destrezas manuales, habilidades intelectuales en el manejo y aplicación de los conocimientos; reforzar actitudes hacia el trabajo científico y su entorno social.

En estos laboratorios se optó por los métodos activos de enseñanza, en los que se establece una interacción dinámica entre docente y alumno, tanto en las revisiones teóricas, como durante la realización de experimentos, proyectos de docencia-investigación, prácticas, salidas al campo y trabajo de gabinete, que conforman esta propuesta y se describen a continuación:

Práctica: es el ejercicio o realización de una actividad o trabajo, para la adquisición de habilidades e información, bajo la dirección y supervisión de un profesor.

Experimento: es una actividad para obtener conocimientos científicos, descubrir las leyes que influyen en el objeto o proceso estudiado, por medio de diferentes mecanismos e instrumentos, para lograr: el aislamiento del fenómeno estudiado, la reproducción del proceso en condiciones controladas y su modificación planificada.

Proyectos de docencia-investigación: es el conjunto de actividades que permiten al alumno formarse bajo la asesoría de un profesor especializado, en un área científica determinada. Estas actividades le ayudan a reconocer, plantear y solucionar problemas biológicos, a través de la integración de conocimientos, aptitudes, habilidades, destrezas y actitudes.

Salidas al campo: son actividades extramuros que permiten al alumno conocer y aprehender las técnicas, estrategias de muestreo, diagnóstico y evaluación de los recursos naturales relacionados con los proyectos de docencia-investigación.

Se manejará también el aprendizaje grupal en donde el alumno debe ser activo, participativo, reflexivo, crítico y autocrítico de su propio proceso de aprendizaje, y del grupo con el cual interactúa, con el fin de promover su completa formación, esto es, no solo aprender leyes, teorías y principios, entre otras cuestiones; sino desarrollar por un lado un espíritu de colaboración y por otro, destrezas, habilidades y actitudes. El aprendizaje significativo que se pretende lograr ocurre en el individuo, a través de su actividad perceptiva, permitiendo incorporar nuevas ideas, hechos y circunstancias a su estructura cognitiva; a su vez, matizarlas, exponerlas y evidenciarlas con acciones observables, comprobables y enriquecidas que pasen a formar parte de su memoria permanente.

Es recomendable, cuando lo permitan las características de la información que se pretende, el estudiante, use la metodología científica como estrategia para la realización de experimentos, comenzando por reunir información pertinente sobre el objeto de estudio, analizarla críticamente y reflexionar sobre ella, para estar en condiciones de plantear un problema y su posible solución. El método científico de experimentación, permite el progreso del aprendizaje mediante la regulación inteligente de las condiciones existentes, produciendo un número suficiente de eventos para su análisis, en contraste con el método empírico que espera a que los casos ocurran.

Por tratarse de laboratorios de corte metodológico, se recomienda que en los LIF I al IV, cada profesor atienda a 10 estudiantes y a partir del LIF V, hasta el VIII, cinco por proyecto de investigación. Las 10 horas semanales de los LIF I al IV, se impartirán de acuerdo a las necesidades de cada laboratorio: en lo que se refiere al número de sesiones a la semana y a la duración de cada una de éstas, del mismo modo operarán en su distribución las 18 horas asignadas a los LIF de VII y VIII.

La evaluación es un proceso continuo y permanente para que el profesor y alumno, obtengan evidencias del aprendizaje, y el profesor obtendrá elementos de juicio para valorar el grado de avance logrado por cada alumno. Para evaluar se emplean los siguientes instrumentos de evaluación, con su respectiva ponderación:

- a) Evaluación continua (50 %), tanto a nivel individual como grupal, en las modalidades de seminario, carteles y salidas a campo; intervención de los alumnos desde la discusión de los antecedentes antes de los experimentos, elaboración de un plan de trabajo para la contrastación experimental de la hipótesis.
- b) Elaboración de informes escritos de los experimentos (20 %).
- c) Examen parcial experimental (20 %)

d) Presentación de trabajo escrito y oral al concluir el semestre en el Foro correspondiente (10%).

La acreditación es la parte administrativa y final del proceso educativo, es paralela a la evaluación, se refiere a las evidencias del aprendizaje logrado manifestadas por los alumnos a través de los instrumentos de evaluación. Por ello se considera que dichos instrumentos deben tener notas aprobatorias.

Finalmente, el papel de los alumnos, será activo, participativo, propositivo, cooperativo, reflexivo y crítico. El papel del profesor, será el de guiar, facilitar y asesorar el proceso de aprendizaje de los alumnos.

Los Autores

UNIDAD I

EL MÉTODO CIENTÍFICO



<http://www.lacoctelera.com/el-ferroviario-abandonado/post/2006/08/05/quimica>
Fecha de consulta 22 de junio de 2007

OBJETIVO
Conocer el método científico a través del diseño y realización de experimentos y proyectos de investigación.

EL MÉTODO CIENTÍFICO

INTRODUCCIÓN

Para comprender la realidad, la ciencia es una forma, aunque no la única de intentarlo. Muchos filósofos, artistas y científicos comparten este sueño. Un científico para pensar la ciencia necesita nutrirse de intuiciones, sucesos e ideas que, en general, pueden suceder más allá de su propia disciplina; lo mismo ocurre con un filósofo, ¿se puede ser un filósofo sin conocer las ideas de Darwin, de Einstein o Mandelbrot? ¿Se puede ser un científico sin conocer las reflexiones de Aristóteles, de Kant o de Kuhn? De la misma manera, cualquier persona interesada en conocer el mundo que lo rodea, tiene que vincular los conocimientos de las diferentes disciplinas.

Sin embargo, en este texto es imposible abarcar todos los rubros y sólo se darán los elementos necesarios para introducirlos en el camino de la ciencia.

La consolidación de la ciencia; es decir, el conocimiento científico a través de la actividad humana, denominada investigación científica; ha sido una labor accidentada a lo largo de la historia, pasando por los griegos, egipcios, mayas y chinos, entre otros, sin olvidar los grandes científicos de nuestros días.

Dentro de este contexto es frecuente oír las palabras ciencia, científico, método, método científico, etcétera. Sin embargo, es difícil explicar o definir su significado, ya que para la ciencia misma no hay verdades absolutas y permanentes, puesto que los paradigmas van cambiando.

De ahí que, se empezará a tratar de responder algunas preguntas.

¿Qué es la ciencia? Como decía Nagel, es más fácil describirla que definirla.

Algunas definiciones se dan a continuación:

“La ciencia estudia cosas que son desconcertantes y por lo tanto despiertan la curiosidad humana” (Beckner, 1959).

“Las funciones de la ciencia son la predicción, el control, la comprensión y el descubrimiento de causas” (Beckner, 1959).

La ciencia se propone aumentar nuestros conocimientos del mundo sobre la base de leyes y teorías con comprobación continua y crítica de todos los descubrimientos.

“La ciencia... tiene dos objetivos principales: describir fenómenos concretos en el mundo de nuestra experiencia y establecer principios generales, por medio de los cuales se pueden explicar y predecir dichos fenómenos” (Hempel, 2000).

“La ciencia consiste en sentencias generales y lógicas que están directa o indirectamente sometidas a confirmaciones o refutaciones mediante la observación, y que se pueden utilizar en explicaciones y predicciones”.

“La ciencia abarca todas las actividades de la inteligencia humana que dependen por completo de datos objetivos y de la lógica; incluye también comprobación ilimitada de teorías.”

“Ciencia es una disciplina que mediante postulación y prueba de hipótesis busca el conocimiento explicativo de los fenómenos del Universo, su predicción, sus relaciones mutuas y el establecimiento de leyes generales” (Vega 1998).

O como dice Pérez Tamayo “La ciencia es una actividad humana creativa, producto del conocimiento obtenido con el método científico” (Pérez, 1998).

A la ciencia se le puede organizar para su estudio en:

- Ciencias empíricas, que exploran, describen, explican y predicen los acontecimientos. Sus explicaciones, se comprueban con hechos, ya sean experimentos, observaciones, entrevistas, pruebas psicológicas o clínicas, examen de documentos, inscripciones, restos arqueológicos o fósiles. Como ejemplo tenemos la Biología, Química, Física, Sociología, Antropología, etcétera. Las ciencias empíricas se divide en naturales y sociales.
- Ciencias no empíricas, las cuales no recurren a la experimentación directa, a cambio de ello emplean abstracciones racionales basadas en la lógica ejemplo de ellas son la lógica y la matemática.

Una clasificación más actual las divide en:

- Ciencias duras, es decir ciencias exactas, ubicando a las matemáticas, la física y la lógica.
- Ciencias blandas, es decir ciencias sociales que incluyen a la sociología, economía, la política, entre otras.

Con todo lo anterior se puede decir que la ciencia es efectivamente una actividad humana, que avanza de forma no lineal, que evoluciona de acuerdo con la evolución de los paradigmas, (como por ejemplo el cambio del paradigma geocéntrico, que dio paso al paradigma heliocéntrico), que está determinada por el contexto histórico en el que se produce y su validación está convenida por un grupo de científicos de esa misma época. Y que asimismo la ciencia puede acercarse a la verdad más nunca tocarla; puesto que sus verdades no son absolutas e inamovibles.

Para construir la ciencia se requiere de la investigación científica. ¿Qué es la investigación científica?

La investigación científica, es un proceso compuesto por etapas o pasos que se relacionan entre si, que se dan o no de forma secuencial o continua. Por su alcance la investigación puede ser:

- Exploratoria
- Descriptiva
- Correlacional
- Explicativa

La investigación exploratoria tiene como objetivo obtener información, familiarizarse con el fenómeno, identificar variables y establecer prioridades.

La investigación descriptiva mide, evalúa o recolecta datos sobre diversos aspectos o componentes del fenómeno a estudiar.

La investigación correlacional, evalúa la relación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto particular.

La investigación explicativa va más allá de la descripción, de conceptos o fenómenos y del establecimiento de las relaciones entre ellos, está dirigida a responder las causas de los eventos, sucesos y fenómenos.

De acuerdo a como se aborden las áreas existen diferentes métodos de investigación. Entonces ¿qué es el método?

La palabra método viene de los vocablos griegos *meta*, “a lo largo” y *odos* “camino”. Algunas definiciones pueden ser:

“Modo de decir y hacer ordenadamente una cosa. Forma de proceder, hábito, costumbre que observa cada quien”

“Método es un modo ordenado de proceder para alcanzar un fin determinado” (Arana, 1975).

El método es una manera de abordar la realidad y de estudiar los fenómenos de la Naturaleza, incluyendo a la sociedad.

Por tanto, se puede decir, que el método es la manera de proceder para llegar a un fin, siguiendo una serie de pasos o actividades relacionadas entre si y que además son flexibles.

Dentro de los diferentes métodos de investigación que se emplean están:

- Métodos generales: deductivo, inductivo, analítico, sintético, científico.
- Métodos particulares: para cada área de la ciencia como el experimental
- Métodos específicos: con investigaciones concretas que se emplean para resolver una problemática como lo es el materialismo dialéctico.

Uno de los métodos que se abordaran será el método científico. ¿Qué es el método científico? Algunas definiciones son:

- El método científico es el instrumento que la ciencia emplea para descubrir los procesos, sus propiedades y la forma en que se relacionan.
- El método científico parece ser un arte, que permite hacer predicciones correctas de los acontecimientos de la naturaleza, ya que el éxito de sus resultados depende del ingenio, del rigor y de la habilidad del que lo emplea.

- “Es la persistente aplicación de la lógica para poner a prueba nuestras impresiones, opiniones o conjeturas; examinando las mejores evidencias disponibles a favor y en contra de ellas” (Cohen y Nagel, 1973).
- “El método científico es la lógica general empleada, tácita o explícitamente, para valorar los méritos de una investigación. Es, por tanto, útil pensar acerca del método científico como constituido por un conjunto de normas, las cuales sirven como patrones que deben ser satisfechos si alguna investigación es estimada como investigación responsablemente dirigida, cuyas conclusiones merecen confianza racional” (Padilla, 1974).
- Pretende ser un diálogo con la naturaleza. Si es que las investigaciones son una forma de comunicación que el hombre establece con su entorno, es evidente la necesidad de dominar dos habilidades esenciales: hacer las preguntas correctas e interpretar sus respuestas.
- Es un conjunto flexible de etapas o pasos que guían una investigación y que facilitan la resolución de un problema. Es la sucesión de pasos que debemos dar para descubrir nuevos conocimientos o en otras palabras, para contrastar las hipótesis.

En términos generales las etapas del método científico son las siguientes:

- Detección, delimitación y planteamiento de un problema. Observación y búsqueda de la información.
- Definición operacional de las variables y planteamiento de la hipótesis.
- Diseño de la investigación.
- Contrastación o verificación de la hipótesis.
- Obtención de datos, tratamiento y análisis de resultados.
- Conclusiones.
- Teorías y leyes.
- Informe escrito.

Actualmente muchos investigadores ponen en duda la existencia del método científico, antes era posible hablar de método científico debido que el paradigma dominante era el de la física y la astronomía pero el vigoroso desarrollo de la ciencia ha cambiado en forma tal, que ahora el panorama es complejo y heterogéneo, que ya no se puede identificar como único y que presenta algunas limitaciones. Entre ellas se encuentran que el observador influye en lo observado, en la toma de sus decisiones, en sus resultados y en las conclusiones obtenidas. Entonces el científico debe poseer órganos sensoriales en “buen estado” y debe registrar de un modo fidedigno lo que pueda ver, oír, etcétera, que venga al caso de la situación que esté observando y debe hacerlo con la mente libre de prejuicios.

Otra limitante es que uno de los supuestos en los que se basa la experimentación dice: las leyes de la naturaleza son constantes. Dicho en otras palabras, “en las mismas circunstancias, las mismas causas producen los mismos efectos” (Holton, 1998). Como por ejemplo el paradigma de Newton ha quedado superado por los

paradigmas de la física relativista de Einstein y de la física cuántica del siglo XX, de ahí que las teorías o leyes no son eternas e inobjetables.

A su vez la ciencia ha dado pauta para el surgimiento de la tecnología. La tecnología aplica los resultados obtenidos por la ciencia y así mismo, proporciona datos, nuevos problemas y herramientas para ampliar la investigación científica, como lo son los nuevos equipos o instrumentos utilizados por los científicos. La tecnología es una actividad humana creativa y su objeto es la explotación de la naturaleza, sin embargo no olvidar tener una conciencia ecológica para no destruir al planeta que al fin y al cabo es el lugar donde vivimos. Tampoco se debe ignorar que la actividad científica debe ser racional respecto a la explotación de la naturaleza, y en beneficio de todos los seres vivos.

El método científico es muy importante porque sobre él se establecerán las bases necesarias para que el laboratorio constituya un espacio en el cual, los alumnos construyan el conocimiento, desarrollen una actitud crítica y creativa, al mismo tiempo que su espíritu científico se acrecienta a través de la resolución de problemas. Es decir, es la base de la formación del ser humano en el campo de la investigación. Para hacer realidad lo anterior, el alumno interactúa continuamente con el objeto de estudio, guiado por el docente que se convierte en mediador del aprendizaje.

La primera aproximación al objeto de estudio se da cuando el alumno investiga y resuelve las actividades con las que el docente lo guía en el aprendizaje de los conceptos que respaldan cada estrategia de resolución. Enseguida, el grupo y el docente discuten, desmenuzan la información para conectarla con sus conocimientos, experiencias anteriores, afectos y expectativas. En esta segunda aproximación, el grupo detecta ideas, reconoce variables, identifica los problemas, plantea las posibles hipótesis y construye su diseño imaginario. Después, cada alumno diseña la forma de refutar su hipótesis en el caso de haberla. Hasta aquí se hace evidente que, cada alumno es único, observa de modo característico, elige diferentes alternativas; hace aportaciones distintas que complementan las de los demás. De esta forma se contribuye a la identificación de interrogantes y a la contrastación de las hipótesis, y este proceso de investigación da lugar a la construcción del conocimiento de los actores, por tanto, al aprendizaje significativo. Este conocimiento se incrementa después con el análisis de resultados, la comparación, la inferencia de relaciones entre las variables, la identificación de las semejanzas o diferencias, es lo que hace posible el enriquecimiento continuo de la estructura cognitiva del alumno. Por último, el profesor y el alumno discuten y comparan en forma grupal los resultados obtenidos, confirman o refutan leyes y teorías, se obtienen las conclusiones, finalmente se elabora el informe escrito.

Así, cada experiencia constituye un ciclo de actividades que el grupo inicia con la observación y la detección del problema, y termina con la elaboración del informe escrito. Así con estas acciones, el alumno percibe que la construcción de la ciencia está a su alcance y el conocimiento acabado es un mito.

REFERENCIAS

- Arana, F. 1975. Método experimental para principiantes, Joaquín Motriz, México.
- Beckner, M. 1959. The biological way of thought. Columbia University Press, Nueva York.
- Briggs, P. J. y F. D. Peat, 1989. A través del maravilloso espejo del universo. Gedisa, España.
- Castañeda, J. J. y col. 2002. Metodología de la investigación. McGraw-Hill, México.
- Chalmer, A. F. 1982. ¿Qué es esa cosa llamada ciencia?, siglo XXI, México.
- Hempel, C. G. 1983. Filosofía de la ciencia natural Alianza Universidad, España.
- Hernández, S. R., Fernández C. y L. P. Baptista. 2003. Metodología de la investigación. McGraw-Hill, México.
- Holton, G. 1985. La imaginación científica, Fondo de Cultura Económica, México.
- Khun, T. 1971. La estructura de las revoluciones científicas, Fondo de Cultura Económica, México.
- Naghi, N. 1992. Metodología de la investigación en administración. Limusa, México.
- Padilla, H. 1991. El pensamiento científico. Trillas, México.
- Pérez, T. R. 1998. ¿Existe el método científico? Historia y realidad. Fondo de Cultura Económica, México,
- Ruiz, R y F. Ayala. 1998. El método en las ciencias, Epistemología y Darwinismos, Fondo de Cultura Económica, México.
- Severino, A. J. 2000. Metodología del trabajo científico. Cooperativa Editorial Magisterio. Colombia.
- Tamayo, y T. M. 1995. El proceso de la investigación científica. Limusa, México
- Vega, L. F. de la, 1998. Un paso... hacía el método científico. IPN, México,

ACTIVIDAD I. LA INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

INTRODUCCIÓN

El laboratorio de Investigación Formativa en el Plan de estudios de la carrera de Biólogo se ha propuesto como una asignatura metodológica, donde se pretende unir las diferentes versiones del campo de la biología con la física y la química. Tiene como fin la capacitación profesional, en específico para el área de la investigación.

En un laboratorio de carácter metodológico el profesor es un coordinador y facilitador del aprendizaje de los alumnos, ellos realizarán experimentos siguiendo los lineamientos de una investigación y su actitud será dinámica, activa, cooperativa y participativa en todo su proceso de aprendizaje.

El actual programa de laboratorio presenta su contenido en unidades. Cada unidad debe comprender un componente teórico, uno metodológico y otro técnico.

El componente teórico se refiere a los conocimientos teóricos que sirvan de respaldo a los experimentos y en algunos casos a los de los fenómenos que se estudian. Este componente se logra mediante la investigación bibliográfica, al aplicar en sus trabajos de laboratorio los contenidos de las asignaturas de Química General y Ciencias de la Tierra, así como los conceptos del Método Científico que se revisarán con el profesor del laboratorio.

El componente metodológico se refiere a la lógica de la investigación y del pensamiento científico. La manera para facilitar al alumno que se vaya apropiando de este componente es que su profesor le guíe en la elaboración de las preguntas sobre el objeto de estudio, le acompañe en la búsqueda de información y selección pertinente, le muestre la importancia de la elaboración de hipótesis, le asesore la planeación y el diseño de experimentos, le señale la importancia de tomar notas de lo más significativo del experimento, le incentive la capacidad de observación y la interrelación con otros fenómenos, le conmine a la confrontación de los resultados con la teoría y le asesore hasta concretar el informe final. Este componente se concretará en el proyecto de investigación, mismo se presentará al final en forma escrita y ante un Foro.

El componente técnico es el manejo de herramientas que permiten cuantificar lo observado y trabajar con eficiencia y seguridad en el laboratorio y campo. Estas herramientas estarán en función de lo que demande cada experimento. Para quien ama la vida, la seguridad es la preservación de ella, por lo tanto deberá asumirse la conducta ética del biólogo: El menor daño a los sistemas estudiados y el optimizar insumos. Este componente se concretan en la aplicación de técnicas especializadas a lo estudiado, el manejo correcto de los instrumentos previa revisión de manuales de operación, así como el uso de equipo de seguridad personal para cada una de las operaciones que realice el alumno.

A continuación se presenta una propuesta de cómo desarrollar una investigación experimental.

¿CÓMO SE REALIZA UNA INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL?

COMPONENTES

Teóricos: sistema, frontera, objeto, sujeto, observación directa, observación indirecta, ley, teoría, observación dirigida, experimentación, testigo, materia, energía, configuración electrónica, nivel energético, fotón, espectros de absorción y de emisión, mezcla, separación de los componentes de una mezcla, componente volátil, método inductivo y deductivo.

Técnicos: uso de la bitácora, reconocimiento de sustancias peligrosas, digestión ácida, temperaturas de la flama, prueba de la perla de bórax, uso correcto del equipo de seguridad personal, calentamiento directo, el empleo de la campana de seguridad y el manejo de materiales de laboratorio necesarios.

Metodológicos: seleccionar el sistema a estudiar, realizar observaciones directas e indirectas, interconectar datos para explicar las emisiones energéticas de los elementos, usar los resultados del experimento para explicar la manera de realizar una investigación, reconocer los elementos que Bunsen y Kirchoff innovaron en la ciencia, uso de las fuentes de información.

1. LECTURA DE REFLEXIÓN. Para llevar a cabo esta lectura te sugiero tengas a la mano un diccionario de términos comunes, un diccionario de términos filosóficos ó un libro de lógica y tu cuaderno de notas.

La manera de iniciar una investigación es el observar y registrar todos los hechos para después analizarlos y clasificarlos. Durante dicho análisis probablemente aparezcan algunas conexiones, mas se corre el riesgo de que dichas conexiones obedezcan a una serie de ideas preconcebidas, lo cual restaría objetividad a la ciencia.

La meta de la investigación experimental es reflexionar sobre las diferencias entre investigación inductiva y deductiva. En ambas existe una hipótesis, pero la manera en la que ésta suposición se elabora radica en el que sea una hipótesis sencilla que no permitirá generalizaciones ó una hipótesis sostenida por una serie de premisas que evidencian la sistematicidad de la ciencia.

La limitante de una investigación inductiva es el lograr reunir todos los datos que dan cuenta de los hechos y una forma de salvar esta limitante es el reunir los hechos relevantes. Por lo general, una investigación se realiza para dar solución a un problema que se observa en la realidad, pero los datos que se clasifican como relevantes no se fijan en función de dicho problema, sino a partir de la hipótesis que se genera para solucionar el problema planteado.

La hipótesis en la investigación científica es la que orientará las conexiones entre los hechos y por lo tanto orienta sobre el tipo de datos requeridos por la investigación.

La construcción de una hipótesis no es sencilla. Usualmente los estudiantes de licenciatura lo que aplican es una interconexión de los hechos que describen un

fenómeno. Tal como lo cita C. Hempel, las hipótesis científicas no derivan de los hechos observados, sino que se inventan para dar cuenta de ellos. Para “inventar” una hipótesis es necesario estar completamente familiarizado con los conocimientos propios del campo (física, química, geofísica) y sumarle mucha creatividad.

Lo más importante de la hipótesis es que deben de ser revisadas críticamente, lo cual requiere minuciosa observación y experimentación, tras lo cual son incorporadas al campo del conocimiento científico.

2. RECONOCIMIENTO de las etapas de una investigación al realizar un experimento.

A. Problema.

Un mineral es un compuesto de varios elementos químicos. El mineral puede ser tratado para lograr la separación de algunos de sus componentes. De ésta manera es posible identificar los elementos químicos que lo conforman.

- Revisar las diferencias entre elemento, compuesto y mineral desde el punto de vista químico.
- Investigar la composición química de alguno de los siguientes minerales: halita, calcita, hematita, malaquita.
- Investigar la técnica para efectuar la digestión de un mineral con ácido clorhídrico.
- Conocer los colores a la flama emitidos por el sodio, el calcio y el cobre.
- Conocer los colores de la perla de bórax del hierro y del cobalto.

Con base en la información anterior es posible dar respuesta a las siguientes preguntas:

¿Cuáles compuestos están presentes en el mineral seleccionado?

¿Cuáles elementos químicos conforman el mineral?

¿Cómo lograr la separación de los compuestos presentes en el mineral?

¿Cómo identificar que algunos de los siguientes elementos: sodio, calcio, hierro, cobalto ó cobre están presentes en el mineral?

B. Elaboración de la Hipótesis.

La secuencia de respuestas permite realizar una serie de observaciones indirectas y por lo tanto deducir que es lo que espera tras la separación de uno de los elementos que pueden estar presentes en el mineral.

Las respuestas pueden considerarse las premisas sobre las que se elabora la propuesta para ser contrastada: la hipótesis.

Ejemplo: En la halita además del silicio y el oxígeno está presente el sodio, el cual al interaccionar con la energía permitirá observar el color anaranjado.

C. Objetivo

Gracias al planteamiento de la hipótesis es posible imaginar el proceso para la contrastación experimental de la hipótesis.

Ejemplo: Separar el sodio por digestión ácida de la halita, el cual al ser excitado por una flama presentará coloración naranja.

- Investigar las propiedades físicas, químicas y tóxicas de los reactivos que se van a requerir
- Investigar las temperaturas que se logran en la flama de un mechero.
- Revisar la técnica para la preparación de la perla de bórax.

D. Experimentación

Presentar la secuencia de procesos a seguir para conseguir el objetivo.

Describir las técnicas a emplear considerando la forma segura de manejar reactivos y material de laboratorio.

Señalar la manera en que se anotarán los datos.

Lo que se ha realizado hasta el momento han sido la recolección e interconexión de datos. Esto es un ejemplo de lo que realizaron, en el siglo XIX, Kirchoff y Bunsen, pero ellos no se quedaron sólo en los hechos observables. Idearon la manera de reconocer que la luz emitida por los elementos excitados por una flama era una regularidad y además podía ser aún más significativo este hecho cuando era posible obtener un espectro de emisión.

Con base en estas experimentaciones van a aparecer conceptos como estado basal, configuraciones electrónicas y espectroscopia de absorción.

Como lo describe la lectura primera, una innovación al cuerpo del conocimiento requiere de propuestas no fáciles de observar pero necesarias para dar cuenta de los fenómenos.

El uso de la configuración electrónica permite predecir algunos resultados. Intentar usar esta hipótesis favorece el aprehender a trabajar investigación más científica.

Dibujar las configuraciones electrónicas del sodio, calcio, hierro, cobalto y cobre. ¿Existe alguna interconexión entre la configuración electrónica de algunos elementos y la posibilidad de emitir un color al excitarse por la flama?. ¿Por qué al mezclarse con bórax algunos elementos dan coloración al compuesto formado?

Revisar la diferencia entre emisión y absorción.

Inferir la forma de obtener un espectro de absorción atómica.

REFERENCIAS

Aráneo A., 1972. Química Analítica Cualitativa. McGraw-Hill. México.

Hokova L., 1988. Química Analítica Cualitativa. Teoría y práctica. Trillas, México.

Torrenegra R. D y J. A. Pedroso, 2000. Exploremos La Química. Pearson educación de Colombia. Colombia./ (Proyecto 1: Acercamiento histórico y el tema 3).

Wicander R. y J. S. Monroe. 2000. Fundamentos de Geología. International Thomson Editors. México.

Yurén T., 1982. Leyes, teorías y modelos. Trillas. México.

EXPERIMENTO 1

INTEMPERISMO

INTRODUCCION

Todas las rocas que quedan expuestas en la superficie de la Tierra interactúan con la atmósfera y la hidrosfera. Como resultado de esta interacción las diferentes especies minerales que conforman las rocas expuestas se desestabilizan produciéndose un conjunto de cambios físicos y químicos que se agrupan bajo el nombre de meteorización. Algunos autores han planteado la diferencia entre meteorización e intemperismo en función a la ausencia o presencia de vida, respectivamente, así como a los procesos que participan en la descomposición de los minerales.

El término intemperismo no solo está referido al proceso de destrucción de los minerales, sino además a la neoformación de otras especies y movilización de sus resultantes.

El intemperismo en las rocas ígneas y metamórficas cambia los sólidos densos en materiales suaves y porosos que forman partículas que difieren en composición química y estructura a los minerales originales. El intemperismo provoca cambios menos intensos en las rocas sedimentarias.

Las condiciones físicas de erosión, congelamiento y fusión del agua, calentamiento y enfriamiento disgregan lentamente las rocas pero el cambio más grande lo provocan los cambios químicos por la acción del agua, el oxígeno, el dióxido de carbono y compuestos orgánicos.

La transformación de los minerales del suelo se debe a la tendencia de los iones a disolverse en agua, posteriormente algunos de los iones se combinan para formar nuevos compuestos sólidos que son estables en las condiciones de la superficie terrestre. Como la composición de la solución de suelo puede cambiar después de cierto tiempo y provocar que nuevos minerales del suelo se disuelvan y puedan formar otros compuestos, los cambios químicos se suceden de manera continua hasta formar compuestos de mayor estabilidad. Cuando la disolución del mineral es completa sin que exista precipitación posterior se le llama disolución congruente y cuando ocurre precipitación se le llama disolución incongruente (Ver apéndice I).

Los iones que forman enlaces químicos débiles con otros iones tienden a permanecer en solución, mientras que los iones que se enlazan fuertemente con otros tienden a precipitar.

Los iones que permanecen en el suelo se consideran resistentes al intemperismo y los iones que tienden a formar solución de suelo se consideran intemperizables y son lixiviados fácilmente de los suelos.

Productos del proceso de intemperismo

1.- **Minerales Primarios:** Minerales producto de intemperismo, forman parte del material alterado (regolito, suelos o sedimentos) y mantienen la misma composición que presentaban en la roca parental. Generalmente son minerales resistentes al proceso de intemperismo (Cuarzo, feldespato potásico, micas, etc.)

2.- **Minerales Neoformados:** Son minerales típicos del ambiente de intemperismo, formados a partir de procesos de intemperismo químico (Hidrólisis, Oxido-Reducción, solubilización, hidratación, etc.). Existen los siguientes tipos principalmente:

a.- **Arcillas:** Aluminosilicatos hidratados de Fe, Mg, K, Na principalmente, producto de hidrólisis. Estructuralmente son filosilicatos (similares a las micas).

- $\text{Plagioclasa-Na} + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Arcilla} + \text{Na}^+ + \text{Sílice (acuosa)}$.
- $\text{Plagioclasa-Ca} + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al(OH)}_3 \text{ (Gibbsita)} + \text{Ca}^{+2} + \text{Sílice (acuosa)}$.

b.- **Oxi-hidróxidos:** Óxidos e Hidróxidos de Fe, Al y Mn (principalmente), productos de hidrólisis y oxidación.

- $\text{Piroxeno (Fe,Mg)} + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}^{+2} + \text{Mg}^{+2} + \text{Sílice (acuosa)}$.
- $\text{Fe(II)} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe(III)}$ como Hematita (Fe_2O_3)

3.- **Especies en Solución:** Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , HCO_3^- , Cl^- , H_4SiO_4 (sílice acuosa).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ¿Cómo se originan los minerales o las rocas?

Este experimento tiene como finalidad que el alumno a partir de observaciones directas e indirectas realizadas en campo elabore preguntas relacionadas a comprender los procesos químicos involucrados en la transformación de minerales o rocas.

OBJETIVOS

Aplicar el Método científico en el diseño de un experimento que permita:

A partir de la observación de los diferentes tipos de minerales o rocas, interpretar y explicar los factores que participan en los procesos de su transformación química.

Evaluar los productos del intemperismo químico sobre las rocas.

COMPONENTES

Teóricos: Etapas del método científico, diseño de experimentos, intemperismo, factores físicos, químicos y biológicos que participan en el proceso, razonamiento deductivo e inductivo, reacciones de precipitación, pruebas a la flama, disoluciones, solubilidad.

Técnicos: Tamizado, pesado, digestiones básicas (hidróxidos) y en ácidos, uso de equipo de seguridad, manejo de sustancias peligrosas, manejo de material u equipo básico de laboratorio.

Metodológicos: Seleccionar el sistema de trabajo (rocas y/o minerales), observaciones directas, pruebas de solubilidad, reacciones de precipitación, identificación cualitativa de precipitados, pruebas a la flama, análisis de información.

REQUISITOS

Manejo de fuentes de información, conocimientos básicos de química inorgánica.

ACTIVIDADES

Identificar las etapas del método científico experimental (planteamiento de problemas, pruebas de hipótesis, desarrollo experimental, interpretación y análisis de resultados)

Investigar que agentes físicos, químicos y biológicos participan en el proceso de transformación de las rocas.

Revisar las reacciones involucradas en el intemperismo químico

Investigar los productos derivados del intemperismo químico en las rocas seleccionadas para su estudio.

Revisar las técnicas de reconocimiento de los productos del intemperismo (reacciones de disolución congruente e incongruente).

Analizar reacciones de precipitación y características de los precipitados, de acuerdo al tipo de roca seleccionada

Revisar el reconocimiento a la flama de productos del intemperismo.

Elaboración de informe de trabajo experimental

REFERENCIAS

Fifield, F.W. y Haines P. J. 2000. Environmental analytical chemistry. 2a ed., Oxford, black well scientific.

Chamizo J. A., Nieto E. y Sosa P. 2004. La enseñanza de la química. Tercera parte. Evaluación de los conocimientos de química desde secundaria hasta licenciatura. Educación Química 15 (2).

FAO-ISRIC-ISSS. 1998. World reference base for soil resources Roma Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Soil Resource and Information Centre, International Society of Soil Science.

Gama J.E., Carreón F.D., Palacios S., Solleiro E. 1999. Génesis, identificación y uso de los suelos de México: Distribución, propiedades, clasificación y manejo de suelos residuales y transportados con aplicaciones a la Ingeniería Civil México Instituto Mexicano del Transporte e Instituto de Geología. UNAM.

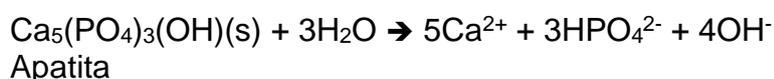
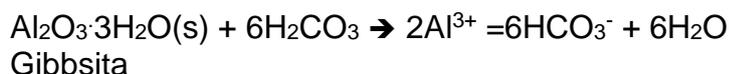
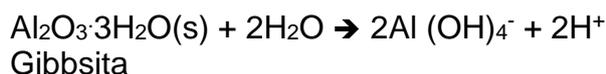
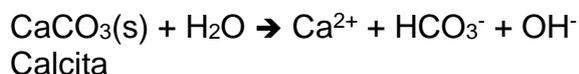
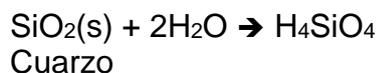
Gray, J. M. 2004. Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature Hoboken, NJ John Wiley & Sons, Ltd. (UK).

Mc-Cabe, J. 1999. The story of evolution Net Library (Boulder, Colo) Project Gutenberg (Champaign, Ill.).

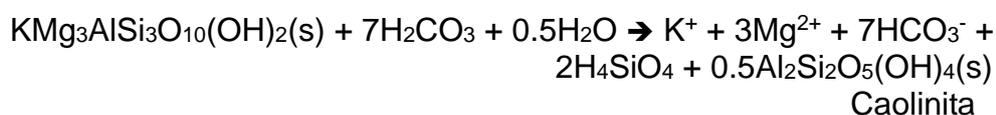
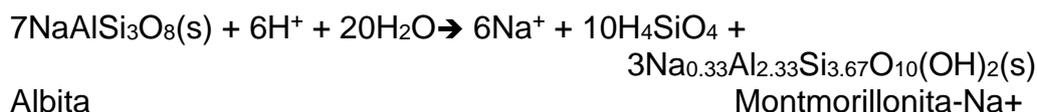
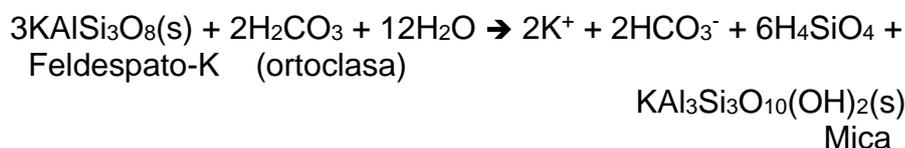
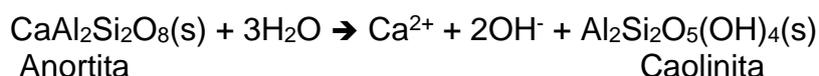
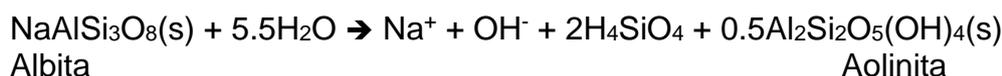
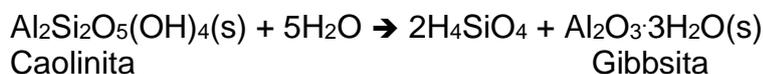
Torres E. y Castrellón J. P. 2002. Minimización del impacto ecológico empleando microescala en los laboratorios de enseñanza Química. Educación Química 11 (2).

APENDICE I

I. Reacciones de disolución congruente



II. Reacciones de disolución incongruente



EXPERIMENTO 2a

LA DENSIDAD DE LOS MINERALES

INTRODUCCIÓN

¿Qué es más pesado, un kilogramo de oro o un kilogramo de agua?

Cada mineral posee una cantidad de materia bien definida por unidad de volumen y por lo mismo, tiene una densidad característica. Es costumbre describir esta masa con el peso específico relativo, número adimensional, que se define como: la razón de la masa del mineral a la masa de un volumen igual de agua. Decir que, el oro puro es diecinueve veces más pesado que el agua, implica que, 19 es su peso específico relativo.

La densidad y el peso específico relativo varían con la masa atómica de los elementos constituyentes. Por ejemplo, los silicatos ferromagnesianos son más densos que los no ferromagnesianos; y la anglesita (PbSO_4) es más densa que la anhidrita (CaSO_4). La estructura química del mineral es otro factor que influye en su densidad, como se puede comprobar con el diamante y el grafito.

Además de que sirve para identificar a los minerales, la densidad determina la velocidad con que viajan las ondas sísmicas a través de las rocas.

OBJETIVOS

Diseñar el procedimiento para determinar la densidad de algunos minerales.

Identificar la influencia de los supuestos teóricos a partir de los que se realiza el trabajo experimental.

COMPONENTES

Teóricos: Medida directa e indirecta, masa, volumen, densidad, peso específico relativo, temperatura.

Técnicos: Manejo de balanza analítica, material volumétrico y termómetro. Cálculo de la densidad y el peso específico relativo.

Metodológicos: Uso de teorías o supuestos teóricos y reconocimiento de su influencia en el planteamiento del problema, la elaboración de las hipótesis, la identificación de las variables, el diseño del experimento, la experimentación y el registro de resultados, el análisis de resultados y las conclusiones.

REQUISITOS

Identificar cada etapa del método experimental.

Diferenciar los conceptos de medida directa e indirecta.

Usar adecuadamente la balanza analítica, el material volumétrico y el termómetro de inmersión parcial.

ACTIVIDADES

Investigar si la densidad de los minerales tiene relación con su brillo, color, raya, dureza y clivaje.

Investigar cómo son las distancias intermoleculares y las fuerzas de los enlaces en los cristales iónicos, covalentes, moleculares y metálicos.

Investigar el Principio de Arquímedes.

Investigar cómo afecta la temperatura a la densidad de las sustancias.

Investigar las propiedades físicas, químicas y tóxicas de cada mineral involucrado en la experimentación, así como las medidas preventivas y de seguridad relacionadas con su manejo.

Elaborar el plan de trabajo para medir la densidad de un mineral basándose en el método experimental y presentarlo al asesor.

Realizar el experimento una vez que el plan de trabajo haya sido aprobado.

A partir de la densidad hacer inferencias acerca de la estructura y la composición química del mineral.

Realizar la comparación grupal de:

a). Los resultados obtenidos y los supuestos en los que se basan.

b).- Las inferencias individuales, acompañadas de las ideas o supuestos a partir de los que se elaboraron.

Reflexionar acerca de cómo los supuestos teóricos definen las observaciones y los resultados experimentales.

Elaborar el informe escrito.

REFERENCIAS

Chalmers, A. F., 2001. ¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Siglo XXI. México.

Chang, 2002. Química, Colombia, McGraw-Hill.

Holton, G., 1988. La imaginación científica, Fondo de Cultura Económica, México. 272 pp.

Kraus, E. H. y W. F., Hunt, 1967. Mineralogía, Del Castillo, España.

López R, E., 1993. Geología general de México, Trillas. México,

Padilla, H., 1991. El pensamiento científico, Trillas, México. 317 pp.

Phillips, W. J., 1986. Fundamentos de mineralogía para geólogos, Limusa, México.

Strahler, A. N., 1992. Geología física, Omega, Barcelona.

Wicander, R. y J. S., Monroe, 2000. Fundamentos de geología, Thompson, México.

EXPERIMENTO 2b

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE ALGUNOS MINERALES

INTRODUCCIÓN

Casi todas las rocas están constituidas por asociaciones de minerales. Un mineral es una sustancia inorgánica sólida que se encuentra en la naturaleza, están constituidos de átomos o iones que representan uno o más elementos químicos dispuestos en una forma definida que es característica para cada uno de ellos. Las propiedades físicas y la composición química son constantes en algunos minerales, en otras presentan variaciones.

Los cristales de un mineral ayudan a hacer la identificación del mismo.

El estudio de las propiedades físicas y químicas de los minerales es primordial para su identificación y caracterización, e importante por su influencia sobre el suelo y la biota del lugar.

Por tanto, contando con la información del tipo de roca y los minerales presentes en un lugar determinado, nos dará la pauta para conocer mejor la zona de estudio.

OBJETIVOS

Aplicar el método científico para determinar las propiedades físicas (magnetismo, fusibilidad, índice de refracción) y químicas (identificar la presencia de carbonatos, óxidos de hierro, manganeso, silicio, entre otros, reacciones de oxido-reducción) de algunos minerales.

Determinar las propiedades físicas y químicas de los minerales asignados.

Caracterizar hasta donde sea posible sus muestras de minerales, a través de la observación y el registro objetivo de la información obtenida.

Identificar el mineral asignado a través de la determinación de las propiedades físicas y químicas.

Comparar las propiedades obtenidas de sus minerales con lo reportado en la literatura.

COMPONENTES

Teóricos: Ciencia, método científico, roca, mineral, solubilidad, magnetismo, fusibilidad, índice de refracción, diferentes clasificaciones mineralógicas, clasificación de las rocas, identificación, caracterización.

Técnicos: Uso del estereoscopio, refractómetro, porcelana sin vidriar.

Metodológicos: Técnicas de observación, búsqueda de información necesaria para su investigación, diseño del experimento, comparación de las propiedades determinadas experimentalmente con lo reportado en la literatura, emplear el atlas mineralógico, claves para clasificación de minerales, método científico.

REQUISITOS

Nomenclatura química

Propiedades físicas, químicas y tóxicas de las sustancias empleadas.

ACTIVIDADES

Revisar la información bibliográfica necesaria para su investigación.

Investigar las propiedades físicas y químicas para identificar los minerales.

Buscar las clasificaciones más usuales para la identificación de minerales.

Caracterizar los minerales empleando las claves.

Comparar los resultados obtenidos experimentalmente con lo reportado en la literatura.

REFERENCIAS

Dunbar, C. O. 1977. Principios de Estratigrafía. Limusa, México.

Leet, D. L. y Hudson. 1979. Fundamentos de Geología Física, Limusa, México.

Peral, M. R. 1981. Geología. Compañía Editorial Continental, México.

EXPERIMENTO 3a

MODELO MATEMÁTICO DE LA RAPIDEZ DE LA REACCIÓN ENTRE ÁCIDO CLORHÍDRICO Y UNA CALIZA

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos el hombre ha “acumulado” datos para después analizarlos e interpretarlos para que con la información obtenida surjan hipótesis, teorías o leyes. Lo anterior ayuda a un mejor conocimiento del fenómeno y nos da las pautas para poder explicar los hechos que ocurren en la naturaleza. De ahí la importancia del registro y manejo de datos experimentales.

En este experimento se pretende, que el estudiante obtenga datos experimentales, a los cuales posteriormente le dará el tratamiento matemático, que le proporcione información del fenómeno estudiado.

Siendo siempre la finalidad del experimentador el de tratar de relacionar los diferentes elementos observables de su experimento en forma de un modelo, el cual le será útil para conocer su entorno.

OBJETIVOS

Determinar la relación matemática que describe el comportamiento de la reacción de un mineral y ácido clorhídrico.

COMPONENTES

Teóricos: Medición, error, equivocación, discrepancia, tipos de errores, registro y tratamiento de datos, representación y utilidad de gráficas, velocidad de reacción y factores que la modifican, origen de calizas.

Técnicos: Uso de sustancias empleadas, utilización de equipo de seguridad personal, uso correcto de material, equipo e instrumentos.

Metodológicos: Emplear el método científico, seleccionar la roca adecuada y el procedimiento idóneo para describir el comportamiento de la reacción, realizar observaciones.

REQUISITOS

Método experimental.

Medidas de seguridad en campo y en laboratorio.

Manejo de materiales, equipo e instrumentos.

Propiedades físicas, químicas y tóxicas de las sustancias empleadas.

Nomenclatura química.

ACTIVIDADES

Revisión de la información bibliográfica.

Investigar la técnica más idónea para la realización del experimento.

Cuantificar la variable seleccionada de acuerdo a la elección de la técnica empleada.

Investigar las reacciones involucradas en el proceso.

Aplicar el método de mínimos cuadrados y obtener la ecuación empírica.

Análisis y discusión de los resultados.

REFERENCIAS

Brown, T.L, Le May, H.F., Bursten. 1993. Química la Ciencia Central. Quinta edición, Ed. Prentice Hall Hispanoamericana. México.

Brescia, F. 1986. Fundamentos de Química. Ed. CECSA: México.

Chang R. 1992. Físicoquímica con Aplicaciones a Sistemas Biológicos. CECSA, México.

Garrido Pertierra A. 1991. Fundamentos de Química Biológica. Interamericana McGraw-Hill.

Harris C.D. 1992. Análisis Químico Cuantitativo. 3a., Grupo Editorial Iberoamérica, México D.F.

Murray R. Spiegel. 1970. Estadística Teoría y 875 problemas resueltos, Editorial McGraw-Hill, Colombia.

Ander P. y Sonessa A.J. 1978. Principios de Química, Limusa, México.

W.I.I. Baker y E.C. Allen. 1970. Biología e investigación científica, Fondo Educativo Interamericano, S A.

E. Batschelet. 1978. Matemáticas Básicas para biocientíficos, Editorial Dossa - Springer, Nueva Cork.

L. d'Hainaut. 1978. Cálculo de las incertidumbres en las medidas, Trillas, S A, México.

L. W. Masterton y E. J. Slowinski. 1976. Matemáticas para químicos, Interamericana, México.

Ramette W.R. 1983. Equilibrio y Análisis Químico. Fondo Educativo Interamericano, Massachusetts, USA.

P.V. Spindonov y A.A. Lopatkin. 1973. Tratamiento Matemático de datos Físicoquímicos Ed. Mir Moscú.

EXPERIMENTO 3b

REPRESENTACIÓN MATEMÁTICA DE LOS DATOS OBTENIDOS DE UN MUESTREO DE ESTRUCTURAS VEGETALES

INTRODUCCIÓN

La importancia del manejo de datos experimentales en la construcción del conocimiento científico, es un punto clave para la obtención de modelos, así el análisis de los datos obtenidos tanto en un experimento como en cualquier observación sea de campo o de laboratorio requiere de herramientas matemáticas para su procesamiento, hasta establecer los modelos matemáticos que expresen una ley por medio de correlaciones matemáticas entre las diferentes variables observadas y cuantificadas.

La estadística es una de las herramientas matemáticas más utilizadas para analizar y evaluar datos experimentales, así como para determinar el establecimiento de correlaciones entre variables.

Una de las técnicas para obtener datos, ampliamente utilizadas en cualquier estudio sistemático es el de muestreo.

En un estudio paleontológico o litológico se toman muestras tanto de fósiles como muestras para estudios petrográficos, que se utilizan para establecer equivalencias y correlaciones entre unidades diversas, así la caracterización de una zona estará en función del muestreo y del número de ejemplares recolectados así como la diversidad de éstos.

La recolección de ejemplares de hojas para un estudio tafonómico que se utiliza en un intento de tratar de explicar cómo se produce o se modifica un fósil, así como para establecer la biodiversidad de la zona en estudio, se somete a un análisis al que puede dársele un tratamiento con las mencionadas herramientas matemáticas.

OBJETIVOS

Aplicar a una muestra de hojas recolectadas, el conteo, separación y clasificación, elaborando una tabla comparativa entre las diferentes hojas completas e incompletas.

Aplicar las herramientas estadísticas: media, mediana, moda, desviación estándar, y varianza.

Elaborar histogramas.

Elaborar modelos matemáticos para evaluar la correlación entre la diversidad de especímenes con su estructura morfológica y grado de humedad, probable relación con el clima.

COMPONENTES

Teóricos: Medición, error, equivocación y discrepancia, dato experimental, tabla comparativa, estadística, media aritmética, desviación estándar y típica,

histogramas, estructura foliar, componentes de la hoja, tafonomía, modelo matemático, coeficiente de correlación.

Técnicos. Herramientas para el muestreo, balanza analítica, estufa, desecador, uso de papel milimétrico, semi-logarítmico y logarítmico.

Metodológicos: Muestreo y separación, clasificación con base en la observación e identificación de las características morfológicas de las hojas, registro de datos, representación gráfica, tratamiento estadístico de los datos.

REQUISITOS

Método experimental, manejo de materiales y reactivos, medidas de seguridad en campo y laboratorio, conocimiento de la biblioteca.

ACTIVIDADES

Revisión bibliográfica.
Análisis de los modelos matemáticos.
Elaboración del diseño experimental.
Análisis y discusión de los resultados.
Elaboración del informe.

REFERENCIAS

Aguilar, F. J. y Velazco de León, L. P. 2002. El Clima durante el Plioceno en la región de Santa Ma. Amajac. Hidalgo, México. FES Zaragoza. UNAM. México.

Baird C.D. 1991. Experimentación. 2ª. Ed. Hispanoamericana. México.

Batschelet, E. 1978. Matemáticas básicas para biocientíficos. Dossat-Springer. Nueva York.

Cervantes A. R. P. y Paz, J. 2004. Estadística práctica para el análisis de datos. FES. Zaragoza. UNAM. México.

Del Pino, G. 2006. Estadística, Teoría y Métodos. Editorial Universidad Católica de Chile. Chile.

Labart, L. M, A. y J. Fenelon. 2006. Tratamiento estadístico de datos, métodos y programas. Alfaomega Grupo Editor. México.

UNIDAD II

REGISTRO PALEONTOLÓGICO Y GEOLÓGICO



OBJETIVO

Adquirir la formación teórico-práctica básica sobre geología y paleontología, aplicable al conocimiento integral de la historia terrestre y evolutiva de los organismos.

Introducción

En esta unidad se pretende integrar la información que nos aportan los minerales y rocas como constituyentes de la litosfera, su aplicación para datar edades, como paleoindicadores y el papel que han desempeñado en los procesos de fosilización. La génesis tanto de minerales como rocas nos permiten obtener información valiosa, sobre las condiciones que prevalecieron antes del origen de la vida.

La paleontología es una disciplina que ha venido tomando importancia dentro de las ciencias de la Tierra a causa de diferentes razones: Al tratar de explicar las causas de la Biodiversidad de nuestro territorio, el cambio global y su repercusión sobre la biosfera. El tiempo y espacio son factores que no deben dejarse de lado al momento de evaluar la biodiversidad (Crisci *et al.*, 2000). Se ha dicho que en la biología no se entendería nada sin la teoría de la evolución de los organismos y ocurre lo mismo en el caso de la biogeografía sin la teoría de la Tectónica de placas. La diversidad regional de México principalmente afín a los reinos Neotropical y Neártico es producto de la dinámica de la litosfera, un ejemplo de esto es la localización y características del vulcanismo del Eje neovolcánico son resultado de su evolución tectónica (Demant, 1982). Este fenómeno al igual que muchos otros ha ocurrido a lo largo de la historia geológica. Los geólogos reconocen que ha habido grandes cambios en el patrón climático de la tierra a través del tiempo (Chaloner y McElwain, 1997), además de que se ha demostrado que la tierra no es un teatro ecológico donde el escenario permanece inalterable y cambian los actores como asevera Hutchinson (1965), la evidencia fósil demuestra que existe una interacción entre los actores y el teatro, y que los escenarios pueden cambiar rápidamente, eliminando a los actores como consecuencia, provocando cambios de distribución y aun afectando la tasa evolutiva.

La Paleontología con sus múltiples subdisciplinas ha permitido obtener gran cantidad de información, debido a que las técnicas que emplea se han diversificado y depurado, ya no tan solo se recolectan los mejores ejemplares o más vistosos, sino que se cuantifica el grado de fragmentación, posición, abundancia etc. esta información al ser analizada permite realizar reconstrucciones de la paleocomunidad junto con la información de litología, mineralogía y geología estructural. Muchos microfósiles aportan datos muy específicos de temperatura, salinidad y profundidad a la que vivieron. Las plantas fósiles terrestres son consideradas excelentes indicadores climáticos ya que por ser sedentarias dependen del medio ambiente, éstas evolucionaron en un mundo cambiante (movimientos de placas tectónicas y patrones climatológicos), que afectaron su distribución y evolución. Esto se ve reflejado en su arquitectura foliar, el estudio de la misma nos permite realizar interpretaciones del paleoclima en el que vivieron (Aguilar y Velasco, 2002).

GEOLOGIA

Objetivos Particulares

L. Conocer la importancia de los materiales componentes de la corteza terrestre, así como su influencia sobre el suelo y la biota.

2. Determinar la importancia de las rocas como documentos útiles en la reconstrucción de los eventos geológicos y su sucesión en el pasado.
3. Reconocer a los fenómenos geológicos (por ejemplo: vulcanismo y tectonismo) y su repercusión sobre los seres vivos.
4. Interpretar la información contenida en los mapas topográficos y geológicos y utilizarla en el conocimiento del área de estudio.

PALEONTOLOGÍA

Objetivos Particulares

1. Conocer algunos representantes del registro fósil, así como su importancia como documentos históricos útiles en la reconstrucción de los eventos geológicos y biológicos a través del tiempo.
2. Adquirir fundamentos que faciliten la comprensión de la historia evolutiva de algunos grupos de organismos y sus relaciones filogenéticas.
3. Conocer y llevar a cabo las técnicas para la colecta y preparación de especímenes fósiles.

REFERENCIAS

Aguilar Arellano, F. J., M. P., Velasco de León, 2002, El clima durante el Plioceno en la región de Santa María Amajac, Hidalgo, México: Boletín de la Sociedad Botánica de México, v. 71

Chaloner, W.G. y J. McElwain, 1997. The fossil plant record and global climatic change. *Review of Paleobotany and Palynology* 95:73-82.

Crisci, J.V., L. Katinas y P. Posadas. 2000. Introducción a teoría y práctica de la biogeografía histórica. Sociedad Argentina de Botánica, Buenos Aires.

Demant, A., 1982. Interpretación geodinámica del vulcanismo del Eje Neovolcánico Transmexicano. *Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología*, 5(2):217-222.

PRACTICA I

MINERALES

INTRODUCCIÓN

La porción exterior sólida de la Tierra (la corteza), está constituida por elementos y compuestos originados mediante procesos naturales inorgánicos, los minerales. Estos materiales, además, son los componentes esenciales de aquellos cuerpos extraterrestres de los que se disponen muestras (meteoritos y la luna). Los minerales, en diversos tipos y proporciones conforman a la unidad geológica fundamental (las rocas). Los minerales, a causa de su composición química definida y estructura cristalina, se caracterizan por tener propiedades físicas y químicas homogéneas, aunque variables dentro de ciertos límites.

Existen aproximadamente 3000 especies diferentes de minerales y cada año se reportan en promedio 60 nuevos tipos, sin embargo, su abundancia en la corteza terrestre no es uniforme. La mayoría de las rocas comunes pueden describirse adecuadamente en función de una docena de ellos (minerales petrogénicos), los cuales constituyen por sí solos el 95% de la capa cortical del planeta. Otros se encuentran concentrados en zonas de dimensiones limitadas denominadas criaderos y yacimientos minerales.

En un gran número de los restos fósiles ciertos minerales (calcita, cuarzo, fosfato de calcio, grafito), se encuentran substituyendo a (o rellenando los huecos dejados por la materia original de los mismos). Los minerales arcillosos (kaolinita, montmorillonita), influyen en alto grado sobre las propiedades del suelo de una región.

Cada mineral está definido por su composición química y por su forma de cristalización. Sin embargo, no siempre es necesario realizar un análisis complicado. En la mayoría de los casos basta con examinar la forma externa (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.

OBJETIVOS

1. Verificar en el laboratorio algunas de las propiedades físicas y químicas de los minerales.
2. Conocer la importancia de los minerales como constituyentes de las rocas.

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

COMPONENTES

Teóricos: Mineral, clasificación, propiedades físicas y químicas, serie de Bowen discontinua, arcilla, minerales paleoindicadores.

Técnicos: Manejo de: Microscopio estereoscópico, lupa 4X, regla graduada, vernier; preparación de disoluciones porcentuales, lápices de dureza.

Metodológicos: Observación, descripción, comparación y clasificación con base en los criterios establecidos, identificación, inferencia.

REQUISITOS

Concepto de rocas y minerales, propiedades físicas y químicas, seguridad en el laboratorio, uso y manejo de material, equipo, instrumentos y reactivos.

ACTIVIDADES

El alumno determinará las Propiedades: Color, dureza, raya, clivaje o fractura en los ejemplares proporcionados y después de realizar las anotaciones correspondientes, procederá con el mismo fragmento a realizar la prueba de solubilidad en agua, HCl, H₂SO₄ (en frío y caliente).

Registrará los datos obtenidos y los comparará con la información teórica, para proceder a realizar la discusión y conclusiones de la práctica.

COLOR: Para su determinación se utiliza la escala normal de colores.

BRILLO: Observa el aspecto del mineral cuando se refleja sobre él un rayo de luz. De acuerdo a la siguiente clasificación determina el brillo de tus muestras.

- Brillo metálico
- Brillo no metálico
 - a. Adiamantino (típico del diamante)
 - b. Vítreo
 - c. Resinoso (característico de la resina)
 - d. Grasoso (aspecto de superficie aceitosa)
 - e. Perlino (calcita)
 - f. Sedoso (asbesto, yeso)
 - g. Apagado o mate.

DIAFANIDAD: Utilizando las siguientes categorías, clasifica a tus minerales:

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

DUREZA: Basándote en la escala que se muestra a continuación determina la dureza de tus muestras minerales. Empieza utilizando los materiales menos duros y mientras el mineral en cuestión no se raya continúa de manera ascendente.

Escala de dureza relativa: (Basada en la escala de Mohs)

1. Los minerales son suaves al tacto y se rompen o untan al pasar el dedo sobre ellos.

2. Pueden ser rayados ligeramente con la uña.

3. El cuchillo lo penetra fácilmente; apenas se raya con una moneda de cobre.

4. Puede rayarse ligeramente con la navaja, pero no se corta con ella.

5. Se raya con la navaja con dificultad.

6. No puede ser rayado con la navaja, pero sí ligeramente con una lima de acero.

7. Raya al vidrio fácilmente.

8 - 10. No se encuentran frecuentemente como para ser incluidos.

Adaptada de Querol (1981)

RAYA: Se refiere al color del mineral cuando se raya. Se puede tomar también el color del polvo. Frota una muestra del mineral sobre un pedazo de porcelana áspera e indica el color del polvo o raya obtenido.

CRUCERO O FRACTURA: Observar en los ejemplares si las superficies de ruptura siguen planos (superficies lisas y paralelas entre sí). Si no lo hacen, determina, tomando como base la siguiente tabla, el tipo de fractura que presentan:

Tipos de Fracturas:

Concoidal. Superficie curva, semejante a la concha de una almeja: cuarzo, obsidiana.

Fibrosa o astillosa. Al romperse muestra astillas: asbesto, yeso.

Ganchuda. Las superficies de ruptura se extienden, formando ganchos: cobre nativo, plata.

Irregular. Las superficies de ruptura no siguen un patrón definido: serpentina.

Regular. Las superficies son planas pero no paralelas entre sí: agregados minerales de grano fino.

SOLUBILIDAD: Coloca un fragmento de cada mineral en 3 tubos de ensaye (con H₂O destilada HCl 10% y H₂SO₄ 10%), agitando constantemente. En caso de que la muestra no se disuelva, prueba calentando ligeramente. Anota cualquier fenómeno interesante que ocurra durante el proceso.

HÁBITO: Esta característica se refiere a la manera en que se disponen los agregados cristalinos. Los tipos principales se definen a continuación:

Columnar: Cristales prismáticos alargados, con sección poligonal.

Dendrítico: Los cristales se desarrollan en formas arborescentes.

Acicular: Cristales delgados rígidos, en forma de agujas.

Drúsico: Cuando los cristales forman una capa delgada de cristales pequeños.

Fibroso: Tienen la apariencia de las cerdas de un cepillo fino.

Hojoso: Los cristales semejan hojas de cuchillos.

Laminar: Formado por placas u hojas que pueden ser separadas.

Radial: Cuando los cristales divergen a partir de un punto común.
Reticulado: Compuesto de fibras, agujas o columnas dispuestas en forma de red.
Tabular: Cristales en forma de tabla.
Coloforme: Globular: Compuesto de formas casi esféricas.
 Botroidal: Las esferas están en racimos.
 Reniforme: Tiene forma de riñón.
 Mamilar: Protuberancias en forma de mamas

REFERENCIAS

- Díaz, M. C. 1976. Iniciación práctica de mineralogía. Alhambra, Madrid.
- Font- Altaba, M. y A. S. Miguel. 1977. Atlas de Geología. Jover, Barcelona.
- López-Ramos, E. 1980. Geología General, Tomo I Ed. Escolar, México.
- Leet, D. y Judson. 1968. Fundamentos de Geología Física. Ed. Limusa, México.

PRACTICA II

TIPOS DE ROCAS

INTRODUCCIÓN

Las rocas son agregados naturales de uno o más minerales y en ocasiones de sustancias no cristalinas. Constituyen masas que son geológicamente independientes y que pueden representarse en un mapa. Son las unidades estructurales de nuestro planeta y es la capa rocosa que envuelve al interior de la tierra, a lo que se conoce como litosfera.

La Petrología es la disciplina geológica que estudia la composición, origen e historia de las rocas. Basándose en ciertas características de los cuerpos rocosos (estructura, composición y textura, entre otras), el geólogo puede, por lo general, averiguar algo acerca de su historia. Observaciones de éste tipo indican que algunas rocas se formaron por el enfriamiento y solidificación de material fundido proveniente del interior de la tierra (rocas ígneas); otras son el resultado de la acumulación y consolidación de sedimentos o precipitaciones químicas (roca sedimentaria); y un tercer tipo debe su existencia a la alteración de rocas preexistentes por el calor o presión y la acción química de ciertas soluciones (rocas metamórficas).

Las rocas son importantes, ya que representan documentos geológicos útiles para dilucidar la historia de la Tierra, así como los procesos geológicos que en ella ocurren. Además, ciertas rocas contienen restos fósiles vegetales y animales que son la evidencia directa en que se basa la reconstrucción de la vida en el pasado.

OBJETIVOS

1. Conocer la clasificación más usual de las rocas e identificar los criterios que se utilizan.
2. Identificar las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, mediante la observación de las características macroscópicas de algunos ejemplares representativos de cada uno.
3. Analizar y discutir la importancia que tienen las rocas en Geología y Paleontología.

COMPONENTES

Teóricos: Roca, clasificación, características, origen, edad, procesos endógenos y exógenos, textura, abundancia relativa, ciclo petrogénico, importancia de las rocas en la Paleontología.

Técnicos: Manejo de: Microscopio estereoscópico, lupa 4X, regla graduada, vernier; preparación de disoluciones porcentuales.

Metodológicos: Observación, descripción, comparación y clasificación con base en los criterios establecidos, identificación, inferencia.

REQUISITOS

Concepto de rocas y minerales, propiedades físicas y químicas, seguridad en el laboratorio, uso y manejo de material, equipo, instrumentos y reactivos.

Actividades

I. Identificar el tipo de roca. "Ígnea, Sedimentaria o Metamórfica". En ocasiones, el fragmento rocoso es insuficiente para efectuar una caracterización adecuada. Si tal es el caso, cuestiona al asesor acerca de los datos que requieras para tal efecto.

II. Determinar la textura de cada ejemplar. Para las rocas ígneas se analizan las características de las texturas propias de las rocas extrusivas e intrusivas (anexo 1), eligiendo aquella o aquellas que correspondan a las muestras. En las sedimentarias hay que decidir primero si la roca está compuesta predominantemente por material detrítico (inorgánico u orgánico) o bien por precipitados químicos inorgánicos (III y IV), eligiendo posteriormente la textura que mejor corresponda. La presencia o no de foliación, es el primer criterio para las rocas metamórficas. En las foliadas, el grosor de las láminas sirve como base para definir las diferentes texturas metamórficas (anexo VI).

III. Determinar la composición mineral de los ejemplares. Para las rocas ígneas, utilizar la tabla del anexo II, en la cual con base en el color (claro u oscuro) se puede estimar el porcentaje de los minerales constituyentes; además, con la textura es posible nombrar a la muestra rocosa. El anexo V especifica la composición mineral de las principales rocas sedimentarias; el HCl diluido es útil para determinar la presencia de CaCO_3 . De acuerdo a la textura, el anexo VII describe la composición mineralógica de las principales rocas metamórficas.

De acuerdo a las características determinadas, postular las condiciones bajo las cuales se originaron cada uno de los ejemplares.

REFERENCIAS

Díaz, M.C., 1976. Iniciación práctica a la mineralogía. Alhambra, Madrid.

Font-Altava, M. y A. San Miguel, 1977. Atlas de Geología. Ed. Jover, S.A. Barcelona.

Huang, W.T., 1968. Petrología. UTEHA, México.

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

López-Ramos, E., 1980. Geología General (Tomo 1). Ed. Escolar, México.

Meléndez, B., 1973. Geología. 3a. Ed. Paraninfo. Madrid.

Mottana, A., R., Crespi y G. Liborio, 1978. Simón y Schusters. Guide to rocks and minerals. Simón y Schuster. Milán.

Pugh, E.H., 1976. A field guide to rocks and minerals. Houghton Mifflin, Co. U.S.A.

Querol, S.F., 1981. Cuaderno de trabajo de Geología Física I-II. 2a. Ed. Facultad de Ingeniería, UNAM. México.

Theobald, N., 1961. Geologie generale et petrographic. Paris.

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

ANEXO I

Texturas de rocas extrusivas.

- a) Afanítica. Propia de las rocas cuyos cristales minerales sólo pueden observarse con ayuda del microscopio, menores de 0.5 mm.
- b) Porfídica. Se dice de las rocas que presentan una matriz microcristalina (pasta) en la que existen cristales megascópicos (fenocristales) que se observan a simple vista o con lupa.
- c) Vesicular. Cuando el ejemplar rocoso posee pequeñas cavidades o espacios vacíos, producto del atrapamiento de burbujas de gas liberadas durante la solidificación del magma.
- d) Amigdoidal. Cuando las cavidades de la roca están rellenas por minerales secundarios (cuarzo, calcita, zeolitas).
- e) Piroclástica. Se aplica a las rocas compuestas de fragmentos volcánicos lanzados a la atmósfera durante los episodios eruptivos (bombas, las cuales son fusiforme; pumicita, escoria, cenizas, lapilli), algunos de los cuales al depositarse y litificarse constituyen a las tobas e ignimbritas.
- f) Vítreo. Se refiere a las rocas o a las partes de las mismas que no están constituidas por unidades cristalinas discretas, sino que carecen por completo de una estructura tal (obsidiana, perlita, etc.)

Texturas de rocas plutónicas (Intrusivas)

- a) Fanerítica. Propia de las rocas cuyos cristales minerales pueden verse a simple vista (0.5 a 30 mm aprox.)
- b) Pegmatítica. Se dice de las rocas cuyos cristales componentes son mayores de 30 mm.
- c) Gráfica. Está definida por la relación espacial existente entre el cuarzo y los feldespatos (o bien, aunque con menos frecuencia, entre el cuarzo y otros minerales), debida al intercrecimiento de sus cristales. Se manifiesta en las superficies planas de las rocas que la presentan con los cristales de ambos minerales semejando caracteres de escritura cuneiforme.
- d) Porfídica. Es característica de rocas de profundidad media (hipobisales), siendo semejante a la que ocurre en las rocas extrusivas.

ANEXO II (Tomado de Querol, 1981)

TABLA DE COMPOSICION DE ROCAS IGNEAS

| | | | | | |
|----------------------|-----------------------------|----------|---------|----------------------------------|------------|
| Composición Química. | Alto cont. de cuarzo | | | Alto cont. de Hierro y Magnesio. | |
| Color | Predominan minerales claros | | | Predominan Minerales oscuros | TEXTURA |
| grano grueso | GRANITO | DIORITA | GABRO | PERIDOTITA | FANERITICA |
| fino | RIOLITA | ANDESITA | BASALTO | (muy rara) | AFANITICA |
| Composición Mineral. | | | | | |

| | | | | |
|-------------|---|---|---|--------------|
| Composición | Alto cont. de sílice Principalmente vidrio | | | |
| Vitrea | Obsidiana y Pómez | - | - | VITREA |
| Fragmentada | Toba y Brecha volcánica. | | - | PIROCLASTICA |

| | |
|----------------------|--|
| a) Granito - Riolita | Plag. Na 0-35 % Cuarzo 10-40 % Feld. K 30-60 % Ferromag 35-10 % |
| Diorita-Andesita | Plag. Na 55-70 % Ferromag 40-25 % |
| Gabro-Basalto | Pla. Ca. 70-45 % Ferromag 25-45 % |

ANEXO III Rocas Sedimentarias.

| Constituyente Dominante | Textura y Composición características | Nombre |
|--|---|---|
| | <p>Gujarros, cantos y grava angulares en una matriz de granos de arena Cementados. Gujjarros, cantos y grava redondeados a una matriz de granos de arena Cementados. Arena de grano grueso y grava de feldespatos, cuarzo y otros minerales. Granos angulares.</p> | <p>Brecha Conglomerado Arcosa</p> |
| Material Detrítico Inorgánico | <p>Granos de arena de cuarzo redondeados a subredondeados. Granos de arena y arcilla (tamaño) de cuarzo y otros minerales y arcillas (Minerales). Finos gránulos de limos y arcillas con minerales difíciles de identificar. Textura amorfa. CaCO₃ textura densa, cristalina y oolítica. Puede contener fósiles CaMg(CO₃)₂ Textura densa o cristalina. Con o sin fósiles.</p> | <p>Arenisca de Cuarzo Grauvaca Lutita Caliza Dolomía</p> |
| Precipitados Químicos inorgánicos | <p>CaCO₃ textura porosa o densa, SiO₂ denso y amorfo, raya al vidrio y presenta fractura concoidal. CaSO₄ 2H₂O textura cristalina, se puede rayar con la uña. NaCl textura cristalina, sabor salado, puede contener impurezas, en forma de bandas. CaCO₃ terrosa, bioclástica; se raya fácilmente y contiene organismos fósiles microscópicos. Terrosa, bioclástica; blanda, sin CaCO₃; generalmente estatificada; restos de esqueletos silíceos microscópicos.</p> | <p>Pedernal Yeso Sal de roca Marga Diatomita</p> |
| Materia Detrítico orgánico | <p>Bioclástica; contiene restos de conchas de carbonato de calcio cementados. Fibrosa; restos fibrosos de plantas, porosa, suave. Densa, negra, lustre, terso; blanda.</p> | <p>Coquina Turba Carbón bituminoso</p> |

ANEXO IV

Texturas en rocas de Metamorfismo Regional.

a) Pizarrosa. (Del vasco Pizarri) los planos de crucero de roca están separados por distancias microscópicas. Típica de las rocas derivadas de argilitas (lutitas) por metamorfismo regional de poca intensidad (bajo grado) por lo que han sufrido una recristalización limitada conservando un grano muy fino.

b) Filítica. (Del griego phyllon - hoja y litos - piedra). Crucero en láminas apenas visibles, más gruesas que a); las superficies de crucero tienen un 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. Propia de rocas formadas por metamorfismo regional de baja temperatura.

c) Esquistosa. (Del gr. schistos, "dividido"), crucero que produce láminas claramente visibles, más gruesas que las anteriores. Se distingue de la textura filítica por tener un grano más grueso y tendencia a un crucero ondulado. Los minerales más comunes que dan lugar a la esquistocidad son las micas (biotita, muscovita) y los anfíboles. En las rocas producto del metamorfismo regional de bajo-moderado grado.

d) Gneissicea. (Del alemán gneiss, aplicado originalmente a rocas -graníticas), propia de rocas con bandas 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.

e) Ojosa. (Del alemán augen, "ojos"), se refiere a la textura de los gneisses que poseen concentraciones de cristales minerales grandes (grano grueso) que se desarrollan localmente en las bandas cuarzo-feldespáticas. Las rocas con ésta textura se denominan "Augen-gneisses".

ANEXO V

Composición mineral de rocas metamórficas comunes.

| TEXTURA | MINERALES COMÚNMENTE PRESENTES | NOMBRE |
|----------------------|--|-------------------------------|
| Pizarrosa | Mica, cuarzo illita, sericita y cantidades variables de clorita (sólo identificables al microscopio). | Pizarra |
| Filítica | Semejantes a los encontrados en las pizarras pero los cristales minerales son más grandes mica (muscovita), clorita; pueden presentar turmalina o granate de Mg. | Filíta |
| Equistosa | Mica, talco, clorita o hematita; cuarzo y feldespatos; cantidades menores de augita, hornblenda, granate, epidota y magnetita; a veces (mayor grado de metamorfismo) estauroлита o cianita. | Equisto |
| Gneissica | Biotita, anfíbole, clorita, hornblenda, grafito, que alternan con cuarzo y feldespatos (albita, ortoclasa, plagioclasas); cantidades, menores de granate y sillimanita. | Gneiss Augengneiss |
| Granoblástica | 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. | |

ANEXO VI

TABLA 4-1

Escala de Wentworth para la clasificación de tamaño de partículas

| LIMITES DE GRADO (Diámetros en mm) | NOMBRE | LIMITES DE GRADO (Diámetros en mm) | NOMBRE |
|---------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|-----------------|
| Más de 256 | Canto rodado | 1/2-1/4 | Arena mediana |
| 256-128 | Guija grande | 1/4-1/8 | Arena fina |
| 128-64 | Guija pequeña | 1/8-1/16 | Arena muy fina |
| 64-32 | Guijarro muy grande | 1/16-1/32 | Limo grueso |
| 32-16 | Guijarro grande | 1/32-1/64 | Limo mediano |
| 16-8 | Guijarro mediano | 1/64-1/128 | Limo fino |
| 8-4 | Guijarro pequeño | 1/128-1/256 | Limo muy fino |
| 4-2 | Gránulo | 1/256-1/512 | Arcilla gruesa |
| 2-1 | Arena muy gruesa | 1/512-1/1024 | Arcilla mediana |
| 1-1/2 | Arena gruesa | 1/1024-1/2048 | Arcilla fina |

2 - 1/4 m

PRACTICA III TAFONOMÍA

INTRODUCCIÓN

La paleontología se encarga del estudio de los fósiles tratando de interpretar la información que estos brindan, pero en ocasiones se tiene que recurrir a otras áreas del conocimiento para determinar la naturaleza de los restos encontrados, así como para establecer los procesos que ocurrieron durante la muerte y depositación de los organismos hasta llegar a convertirse en fósiles, la tafonomía se encarga de esta etapa que se define como el estudio de los procesos naturales de preservación y destrucción, aborda directamente el problema de cómo es que los fósiles representan organismos del pasado, patrones evolutivos y eventos biológicos importantes en la historia de la Tierra (Behrensmeyer, 1999). Todos los yacimientos fósiles se inician con asociaciones de vida, que son conocidas como biocenosis, los cuales son transformados en una tanatocenosis después de la muerte y descomposición. Varios procesos tafonómicos actúan sobre los esqueletos remanentes para crear una tafocenosis, la cual es la asociación fósil que finalmente se preserva (Brenchley y Harper, 2002).

Elder (1985), en su estudio menciona tres principios básicos para la transferencia de los restos orgánicos de la biosfera a la litósfera:

- 1) A la muerte, la descomposición de moléculas orgánicas es inmediata y es determinada por una degradación enzimática intrínseca de las células y por ataques extracelulares por hongos y bacterias.
- 2) Las formas de vida con tejidos duros separados (mineralizados o solo moléculas orgánicas resistentes) pueden desarticularse de acuerdo a la cantidad de energía cinética que sostiene a los elementos del cadáver y que son relativos a la fuerza de los tejidos conectivos que los mantienen juntos.
- 3) La diagénesis seguida del enterramiento en sedimentos es determinada por la bioquímica y geoquímica del microambiente y la cantidad de tiempo antes de que los restos sean removidos del sedimento o de rocas sedimentarias.

El término tafonomía fue acuñado por Efremov en 1940 como: “la ciencia de las leyes del enterramiento”, refiriéndose al estudio de los procesos que ocurren entre la muerte y el enterramiento de un organismo, incluyendo causa y manera de la muerte, descomposición, transportación y enterramiento (Dodson, en Wilson, 1988a).

OBJETIVOS

1. Reconocer la importancia del proceso tafonómico en las reconstrucciones paleoambientales.
2. Identificar los factores ambientales y biológicos que determinan el proceso tafonómico.
3. Verificar prácticamente las características de las comunidades actuales e inferir por que el registro fósil es incompleto.

COMPONENTES

Teóricos: Tafonomía, proceso tafonómico y factores ambientales, abundancia y diversidad, grado de fragmentación.

Técnicos: Cinta métrica, muestreo por cuadrantes, tijeras de jardinero, microscopio estereoscópico, lupa 4X, regla graduada y vernier.

Metodológicos: Observación, descripción, comparación y clasificación con base en los criterios establecidos, identificación, inferencia.

REQUISITOS

Eras Geológicas, cambios climáticos, estratos de vegetación, estructuras generales de las plantas.

ACTIVIDAD

I. Recolecta de material de X comunidad por equipo en un cuadrante de medidas previamente establecidas (terrestre y acuática)

II. Separación del material recolectado en un cuadrante, utilizando diferentes criterios (dependiendo del ambiente, tipo de comunidad, etc.)

III. Registro de: diversidad, abundancia, grado de fragmentación

IV. Análisis de los resultados y comparación entre los diferentes equipos

Para esto, deberán considerarse los resultados del grupo y contestar las siguientes preguntas:

1. ¿Existen comunidades mejor representadas que otras? Comente por lo menos dos motivos.
2. Proponga dos posibles causas del grado de fragmentación
3. ¿A qué se puede deber la diversidad y abundancia?, explica

REFERENCIAS

Behrensmeyer A. K. 1991. Terrestrial vertebrate accumulation. In P. A. Allison (Ed). Taphonomy: releasing the data locked in the fossil record. Plenum Press. New York.

Donovan S. K. 1991. Processes of fossilization. Belhaven Press. London.

Wilson M. 1990. Taphonomic process: information loss information gain. 15(2) 131-147

PRACTICA IV

PROCESOS DE FOSILIZACION

INTRODUCCIÓN

Después de muerto cualquier organismo se destruye por la acción de diferentes agentes hasta su completa desaparición. El proceso de fosilización supone una serie de transformaciones químicas que reemplacen los compuestos orgánicos del organismo muerto por otros minerales, generalmente calcita, sílice, pirita, carbono, etc., ésta transformación depende, en parte, de la composición originaria del resto orgánico y en parte, de las condiciones geo-químicas en las que se encontró durante el proceso.

Por lo general, sólo fosilizan las partes esqueléticas de los organismos, perdiéndose los tejidos y órganos blandos, que se destruyen rápidamente por los procesos bacterianos. La mayoría de las veces lo único que tenemos nosotros es tan sólo el vaciado o molde formado por depósitos de un cierto mineral en el hueco dejado en la roca por aquel al disolverse en aguas carbónicas, existen dos tipos moldes: internos y externos. En otras ocasiones lo que se encuentra es la impresión dejada en las rocas sedimentarias por determinados restos orgánicos que luego han desaparecidos.

El registro paleontológico representa sólo una fracción pequeña de la vida del pasado, ya que muchas veces encontramos sólo las huellas de actividad orgánica.

La fosilización es literalmente el proceso de convertirse en piedra, lleva consigo la impregnación o reemplazamiento de sus partes duras por minerales que llevan en suspensión las aguas que atraviesan las capas permeables; existen diferentes sustancias fosilizantes y procesos de fosilización Schopft (1990) propone:

- a) **Permineralización celular (petrificación,)** supone la infiltración e impregnación de los tejidos por los minerales disueltos en el agua, entre estos están: sílice, calcita, pirita, sulfuro de hierro, etc.
- b) **Compresión de carbón (carbonización)**
- c) **Preservación autigénica**
- d) **Preservación de las partes duras**

OBJETIVOS

1. Comprender el papel que desempeñan los factores físicos, químicos y biológicos en los diferentes procesos de fosilización.
2. Verificar la pérdida de información post-mortem en los procesos de fosilización.
3. Realización práctica de algunos procesos análogos a los de fosilización.

COMPONENTES

Teóricos: Fósil, procesos de fosilización, clasificación e importancia, paleoecología.

Técnicos: Construcción de moldes (plastilina, yeso dental y alginato).

Metodológicos: Observación, descripción, comparación, identificación e inferencia.

REQUISITOS

Minerales, rocas, Eras Geológicas, cambios climáticos e información geológica.

ACTIVIDADES

- I. Realización de réplicas:
 - A. Limpiar el fósil perfectamente
 - B. Si presenta grietas profundas, éstas deben ser rellenadas con plastilina hasta aproximadamente 2 mm antes de la superficie.
 - C. Rodear el fósil con una protección de plastilina para evitar que el alginato se derrame al vaciar.
 - D. Preparar la cantidad de alginato necesaria según el tamaño del fósil, lo anterior depende de las instrucciones del producto.
 - E. Mezclar perfectamente durante 30 segundos.
 - F. Vaciar la mezcla sobre el fósil y esperar dos minutos
 - G. Separar el molde, preparar inmediatamente la cantidad necesaria de yeso y vaciar directamente dentro del molde; esperar a que se seque y desprender el duplicado.

Posteriormente analizar de sus fósiles “fabricados” cuestionando: cuánto influye la presión que empleo para realizar su réplica, si esta presión pudo haberlo deformado. Qué tan fiel es su réplica en comparación de su original, cómo influyo el tamaño de grano del material que utilizo.

- II.- Reconocimiento de fósiles:

Se le proporcionarán al alumno, fósiles completos e incompletos de diferentes localidades. El alumno después de realizar una observación detenida, elaborará un cuadro donde indique:

A que grupo pertenece (planta, animal), si es un organismo completo o parte de él, ambiente donde cree que vivió, proceso de fosilización, si es autóctono o alóctono, alcance estratigráfico

REFERENCIAS

Andrews, H.N. 1961. *Studies in Paleobotany*. John Wiles, New York.

Behrensmeyer A. K. 1999. *Tafonomía y registro fósil*. En: García, P. *et al.* Paleobiología. Las Prensas de Ciencias. México.

Black, M.R. 1982. *Elementos de Paleontología*. Fondo de Cultura Económica, México.

Brenchley P. J. y D.A.T. 2000. *Palaeoecology: Ecosystems, environments and evolution*. Chapman & Hall.

Jablonsky D. *et al.* 1999. *La Naturaleza del registro fósil*. En: García, P. *et al.* Paleobiología. Las Prensas de Ciencias. México.

Meléndez, B. 1982. *Paleontología*. Tomo I Paraninfo. 3a. edición, Madrid.

Moore, C.R., Lalicker, G.C. y Fischer, G.A. 1952, *Invertebrate Fossils*, Mac Graw-Hill,

Nield, W.E. y Tucker, T.C.V. 1985. *Palaeontology an Introduction*. Pergamon press.

Spicer, R.A. y B.A. Thomas. 1986. *Systematic and Taxonomic approaches in Paleobotany*. The systematic Association special volume No 31. Clarendon Press. Oxford New York.

PRACTICA V

MICROPALEONTOLOGIA

INTRODUCCIÓN

La micropaleontología estudia los fósiles de talla pequeña. El objeto principal de estudio de esta rama son los protozoos fósiles; así como del estudio de algas unicelulares, ostrácodos, fragmentos esqueléticos de esponjas (espículas), placas esqueléticas de equinodermos, dientes faríngeos de Anélidos (escolodontos) de ciertos peces (conodontos) e incluso de algunos restos de mamíferos pequeños. Dentro de los vegetales, las micro y megasporas de criptógamas y los granos de polen.

Foraminíferos

Los foraminíferos son protozoos del grupo de los Amébios, con facultad de emitir finos pseudópodos 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. Los Numulítidos, es tal vez la familia más importante de todos los foraminíferos por ser esencial en la estratigrafía del Paleoceno y por su abundancia. Su caparazón es calcáreo, tiene forma de un disco aplastado formado por muchas vueltas arrolladas en espiral plana, en volviendo cada una a la anterior. Las vueltas están divididas en cámaras por medio de tabiques, comunicando cada una con la contigua por una abertura, o hendidura. Son bentónicos y su tamaño va de los 5-20 mm.

Radiolarios

El esqueleto de los Actinópodos o radiolarios, son organismos marinos planctónicos que segregan un esqueleto simétrico de naturaleza sílicea, el cual está perforado y del que se emiten una serie de espículas radiantes. En los sedimentos arcillosos se conservan sin alteración, pero en las rocas calizas han sufrido un proceso de epigénesis, que sólo ha dejado su molde relleno de calcita. Se conocen fósiles desde el precámbrico, frecuentes en las calizas jurásicas y cretácicas, y se encuentran abundantes en las facies marinas del Terciario.

Polen

Los granos de polen de las fanerógamas, poseen en su morfología externa caracteres suficientes para una determinación genérica de la planta a la que corresponden, mediante su estudio cuantitativo, se puede llegar a conocer la composición aproximada del bosque en las proximidades de la cuenca de sedimentación. El método de análisis polínico de turberas reviste especial

importancia para la interpretación paleoclimática del cuaternario, en relación con las variaciones de flora, que se acusan con toda claridad, mediante el estudio de los granos de polen.

Diatomeas

Se trata de algas provistas de una cápsula silícea, llamada frústula, que está formada por dos valvas que encajan una en otra como una caja y su tapa. Viven tanto en las aguas dulces como salobres y en el mar, y se conocen fósiles desde el Liásico, siendo abundantes sobre todo en el Terciario Moderno, a pesar de su variedad de formas, todas se pueden reducir a dos tipos principales: **Pennales** con simetría bilateral y **Centrales** de simetría radiada.

OBJETIVOS

1. Reconocer estructuras microscópicas fósiles (foraminíferos, polen, etc.).
2. Conocer algunas técnicas para la obtención de microfósiles en laboratorio.

COMPONENTES

Teóricos: Microfósiles, foraminíferos (clasificación e importancia económica), palinología, diatomea (penal y radial), ostrácodo, otolito.

Técnicos: Uso correcto del microscopio óptico y manejo de tamices.

Metodológicos: Aplicar técnicas de extracción de microfósiles, realizar observaciones directas para la identificación de estructuras características. Observación, descripción, comparación, identificación e inferencia.

ACTIVIDADES

Se distribuirán entre los equipos preparaciones de los microfósiles a observar.

I.- Con ayuda de los esquemas de la práctica y bibliografía se identificará:

- 1) Organismo completo
- 2) Parte de un organismo y Phylum al que pertenece.

Se seleccionaran tres ejemplares para; Identificar estructuras y elaborarar esquemas de las mismas.

II.- Aplicar técnicas de extracción, en el caso que se proporcionen muestras y realizar observación, identificación del Phylum y realización de esquemas.

REFERENCIAS

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

Bronshtein, Z. S. (1988). Fresh-water Ostracoda. Academy of Sciences of the USSR Publishers Moscow. Vol. II, No. 1. New Delhi. p.

Cushman, A.J. 1947. Foraminifera Their clasification and economic use. Harward Univ. press, Cambridge (Mas.).

Díaz Lozano, Enrique. 1917. Diatomeas Fósiles Mexicanas. Anales del Instituto de Geología. Talleres Gráficos de la Secretaría de Fomento.

Meléndez, B. 1977. Paleontología. Tomo I, Parte Central de Invertebrados. Paraninfo. Madrid.

Nolf D., 1985, "Otolithi piscium", Gustav Fischer Verlag, Stuttgart; New York

Patrick Echlin, M.A. 1970. The Biology of Fallen. Botany School, University of Cambridge, England.

Reitsma. T. 1970. Suggestions towards unification of descriptive terminology of Angiosperm Pollen grains. Review of Paleobotany and Palynology.

Reyes T. A., Vásquez R. S. D., 2003, "Determinación taxonómica y geoquímica de la concha de ostrácodos fósiles pertenecientes al Plioceno presentes en Sanctorum Hidalgo, México", Tesis de Licenciatura, Facultad de estudios superiores Zaragoza, UNAM.

Rodríguez B. R., 2002, "Los otolitos como carácter taxonómico en la identificación de peces dulceacuícolas fósiles, encontrados en la localidad de Sanctorum, hidalgo", Informe final LIB V y VI, FES Zaragoza, UNAM.

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

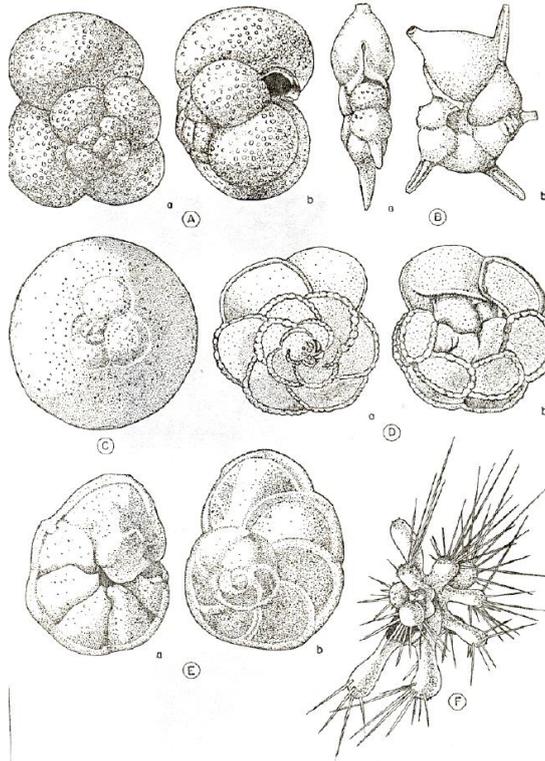


Fig. 1. Foraminíferos planctónicos.

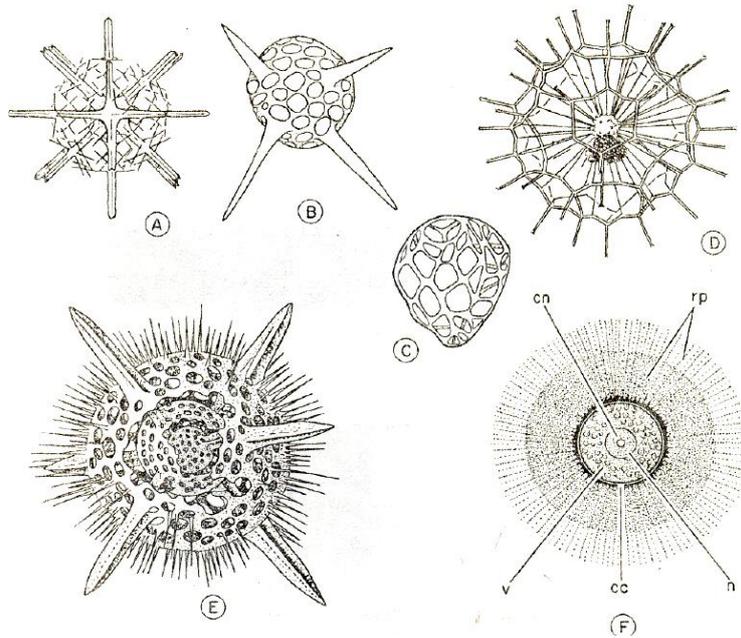


Fig. 3. Radiolarios.

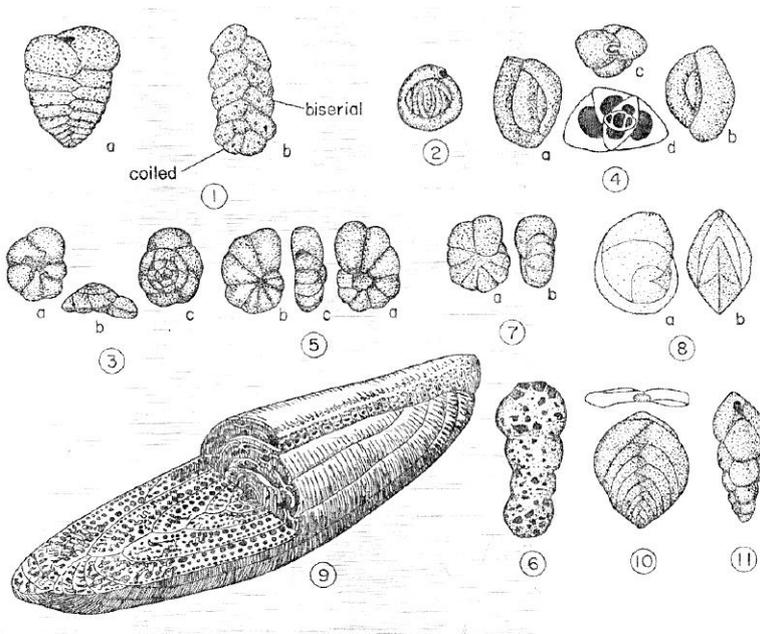


Fig. 4. Foraminíferos bentónicos.

Fig. 2. Tipos de testa de foraminíferos.

ANEXO

OTOLITOS

Los otolitos, o piedras de las orejas, son únicos entre los fósiles de vertebrados, en el sentido de que no son parte del esqueleto, pero son partes duras y especializadas que integra el sistema acústico y la línea lateral (Wolf, 1985). Los otolitos, del griego *othos*: oído y *lithos*: piedra, son concreciones de carbonato de calcio, aragonita y materia orgánica.

Estos órganos estático-acústicos presentes en los peces son de crecimiento discontinuo y se hallan localizados en cada una de las vesículas del laberinto membranoso del oído interno.

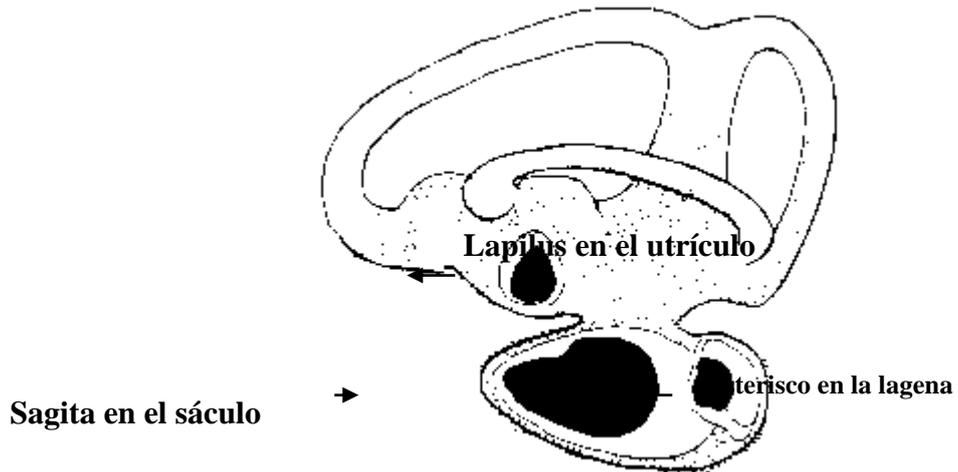


Fig. 1: Forma general del oído interno de los peces (laberinto). Modificado de Nolf 1985

De los tres otolitos, la sagita es el más voluminoso, con un tamaño más grande que los otros dos y de ahí su importancia en los estudios sistemáticos. Entre los diversos elementos morfológicos de un otolito sacular se encuentran: el contorno del otolito y la forma del surco, ambos de un gran valor diagnóstico (Nolf 1985).

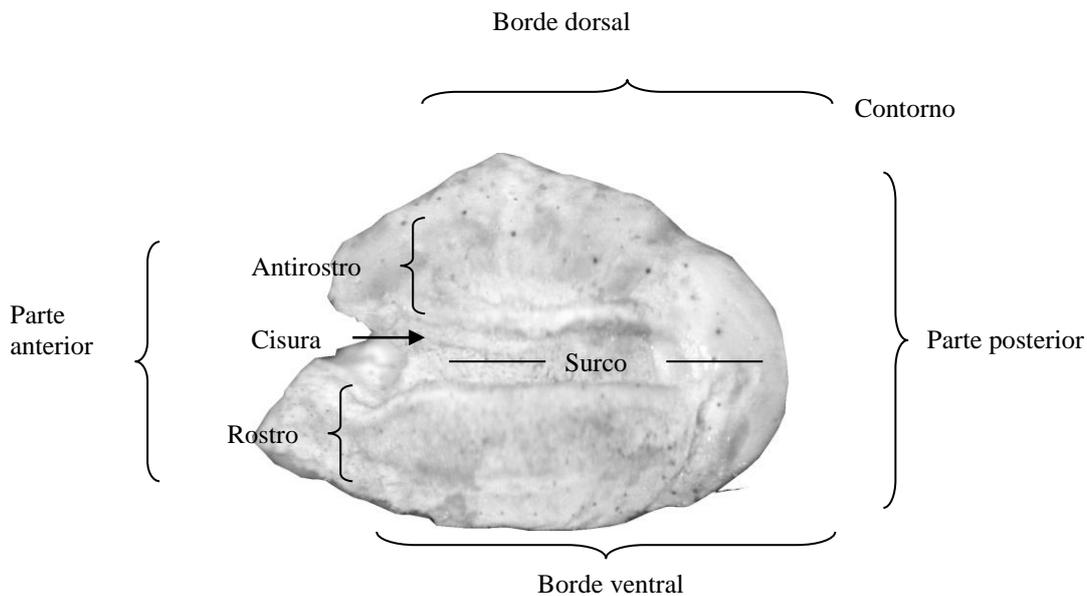


Fig.2: Otolito sacular, cara interna

ESQUEMA GENERAL DE UN OSTRACODO

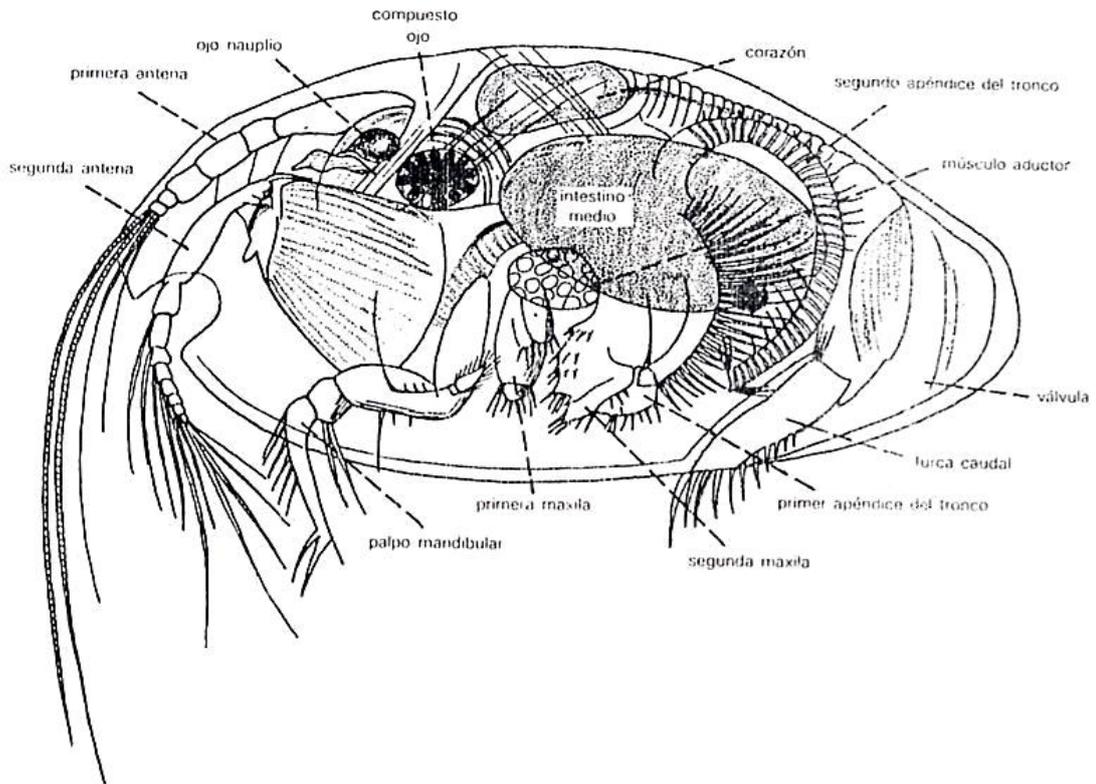


Figura 1. Hembra del ostrácodo miodócopido marino *Skosbergia*, al que se le han quitado la valva izquierda y los apéndices izquierdos (vista lateral) (Barnes, 1985).

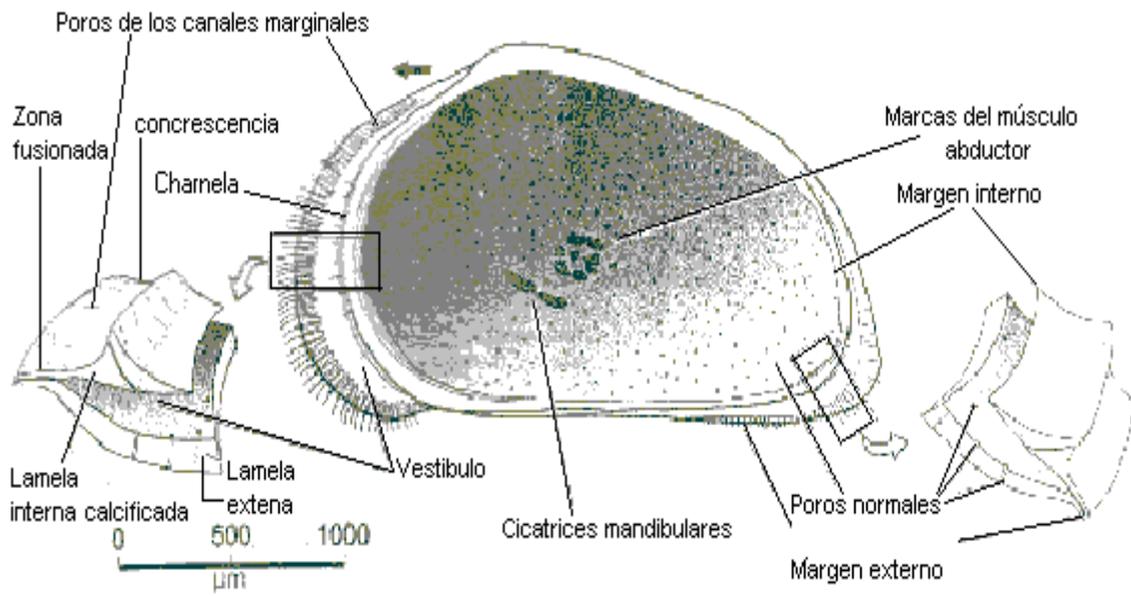


Figura 2. Vista interna de una valva derecha.
(Traducido de Holmes Jonathan A. y Chivas Allan R., 2002)

PRÁCTICA VI

MORFOLOGIA DE GRUPOS FOSILES I

PHYLLUM MOLLUSCA. (BIVALVIA, GASTEROPODA Y CEPHALOPODA)

INTRODUCCIÓN

Los moluscos son invertebrados de cuerpo blando que segregan un caparazón externo duro, como fósiles son muy importantes y se les divide en 6 clases, de las cuales sólo se hará énfasis en tres: a) Bivalvos, b) Gasterópodos y c) Cefalópodos. La mayoría son marinos (aunque algunos se encuentran en agua dulce) móviles, con cuatro regiones principales (cabeza, cuerpo, manto y pie), algunos gasterópodos viven en tierra, los sistemas tanto nervioso como circulatorio son muy avanzados en este Phylum.

Los fósiles de los moluscos son muy importantes dada la gran abundancia de éstos en nuestro país. Está ampliamente representado desde el Cámbrico hasta la actualidad en todo el mundo y actualmente es uno de los phylum de mayor abundancia.

CLASE BIVALVIA

Este grupo es acuático en su totalidad, con una vida sedentaria la mayoría de ellos. Se distinguen por presentar el cuerpo comprimido lateralmente y encerrado entre dos valvas calcáreas para protección del animal unidas dorsalmente por un ligamento córneo y elástico.

La concha es en parte calcárea y en parte orgánica segregada por el manto, la capa exterior es el periostraco y las interiores formadas por cristales de calcita o de aragonito, las valvas se localizan en posición derecha e izquierda, ambas están formadas por la parte anterior (abertura de la boca), la posterior (abertura del ano), dorsal (donde está la charnela) y ventral (opuesta a la dorsal).

El umbo se encuentra en el dorso y en la mayoría de los casos enfrente del ligamento que puede ser externo o interno en la charnela, que se encuentra en la parte interna de las valvas debajo del umbo. En cada charnela existen los dientes los cuales encajan en las fosetas de la placa opuesta, los dientes que se encuentran debajo del umbo son llamados cardinales y los demás son llamados laterales todos forman la dentición, mecanismo por el cual las valvas se abren y cierran junto con un sistema de músculos aductores, los cuales están marcados en el interior de las valvas, habiendo un músculo anterior y otro posterior en cada una.

Paralelamente al borde ventral existe la impresión paleal la cual une el músculo anterior con el posterior, en algunos casos ésta no es entera sino que existe una hendidura denominada seno paleal, la profundidad de ésta es proporcional a la longitud de los sifones lo cual indica claramente el grado de enterramiento del animal. En los fósiles raramente se presenta.

La mayoría de los bivalvos tienen simetría bilateral respecto al plano de simetría denominándose equivalvos, por el contrario es inequilatera respecto al eje que va desde el umbo hasta el borde ventral.

Como representantes fósiles de algunos géneros importantes en México encontramos: *Ostreas*, *Trigonias*, *Exogyras*, *Inoceramus*, *Hippurites*.

CLASE GASTEROPODA

La principal característica de los gasterópodos es la torsión de su cuerpo el cual es asimétrico; hay una cabeza diferenciada anteriormente y un pie muscular en la parte ventral. La concha típica es un tubo cónico arrollado en espiral.

Es el grupo más abundante en la actualidad, la mayoría acuáticos, en tierra firme, o en agua dulce. La concha, que es la que se conserva fósil, está formada por carbonato cálcico, cerrado en su extremo puntiagudo, el ápice, y abierto por el otro extremo (la abertura), con un arrollamiento típico en espiral (el espiral plana es excepcional), cada paso de rosca completo es una vuelta, la línea a lo largo de la cual se unen 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 muy variadas formas. El lado posterior es el que se encuentra del lado del ápice siendo el anterior el lado opuesto. La ornamentación de la concha puede ser muy variada, las marcas internas se reducen a las cicatrices dejadas por los músculos que unen al animal a su concha, como en algunos fósiles del género Nerineidos.

CLASE CEPHALOPODA

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

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

Su registro fósil es muy amplio y se dividen en las subclases siguientes: dependiendo de la estructura de la concha: **a) Nautiloidea**, **b) Amonoidea**, **e) Coleoidea**. En esta práctica se hará énfasis en Amonoidea.

Amonoideos:

Son exclusivamente fósiles. La forma general de la concha es muy variada de aragonito arrollada en espiral plana, las cuales pueden ser revolutas o involutas (Fig 11c).

La concha está formada por la protoconcha o cámara embrionaria, el fragmocono dividido en cámaras por los septos. Los tabiques se doblan al unirse con la pared de la concha y las suturas son líneas en zig-zag en donde los pliegues hacia adelante son las sillas y los que se proyectan hacia atrás son los lóbulos. Dependiendo de la forma que presenten las líneas de sutura se les divide en: **a) Ceratitoide, (Fig. 6e)** **b) Goniatioide,(Fig.6d)** **c) Armonitoide (Fig 6f)**

OBJETIVOS

1. Identificar restos fósiles de Invertebrados.
2. Diferenciar los procesos de fosilización.
3. Reconocer la morfología de diferentes taxones fósiles.
4. Conocer fósiles de diferentes formaciones de México.

COMPONENTES

Teóricos: Especie paleontológica. Distribución e importancia de fósiles (bivalvos, gasterópodos y amonites) y fósil guía.

Técnicos: Uso de microscopio estereoscópico, lupa 4X y claves taxonómicas.

Metodológicos: Observación, descripción, comparación, identificación e inferencia.

Actividades

Observar la morfología externa del material proporcionado, asignar los fósiles a las diferentes clases, Usar clave de los principales grupos de moluscos fósiles, y propondrá el proceso de fosilización que presentan.

Realizará un esquema reconociendo estructuras para cada clase, mismo que se entregará el día de la práctica.

Identificará un ejemplar con ayuda de bibliografía especializada.
En el mapa señalará las localidades de los fósiles revisados, así como su edad.

REFERENCIA

Black, M.R. 1982. Elementos de Paleontología, Fondo de Cultura Económica.

Fischer R. 1989. Paleoecología de moluscos. Short Couse 20-24 febrero, Universidad Autonoma de Baja California Sur.

Meléndez, B. 1982. Paleontología, Paraninfo T.I, 3a. edición, Madrid.

Moore, C.R., Lalicker, G.C. and Fischer, G.A. 1952. Invertebrate Fossils, Mc. Graw-Hill.

Nield, W.E. y Tucker, T.C.V. 1985. Palaeontology an Introduction. Pergamon Press,

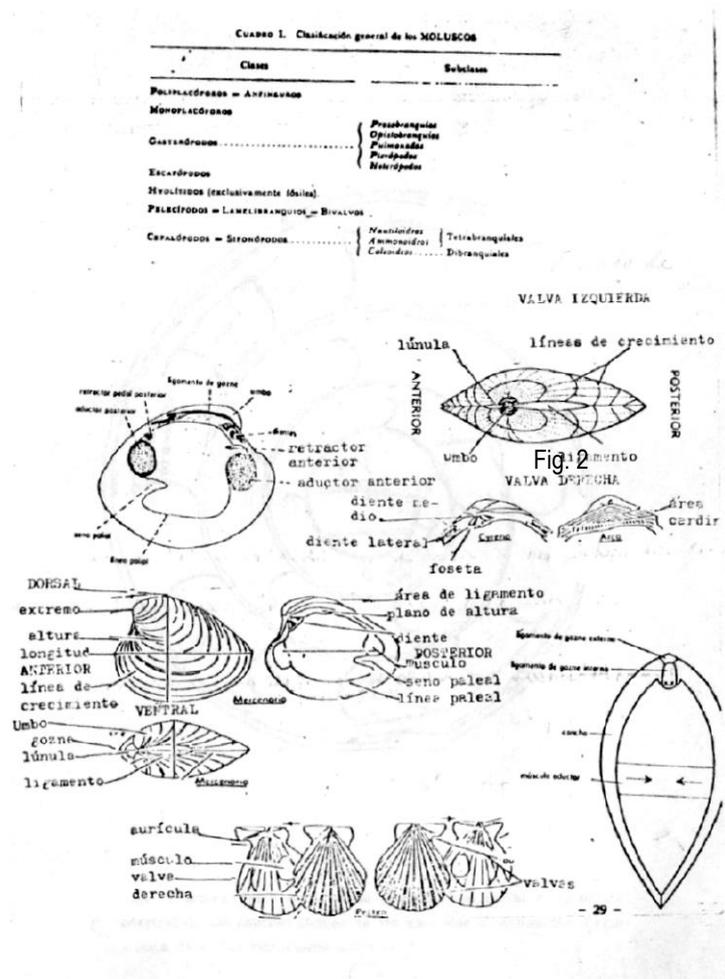


Fig. 3

Fig.2 Morfología de Bivalvos

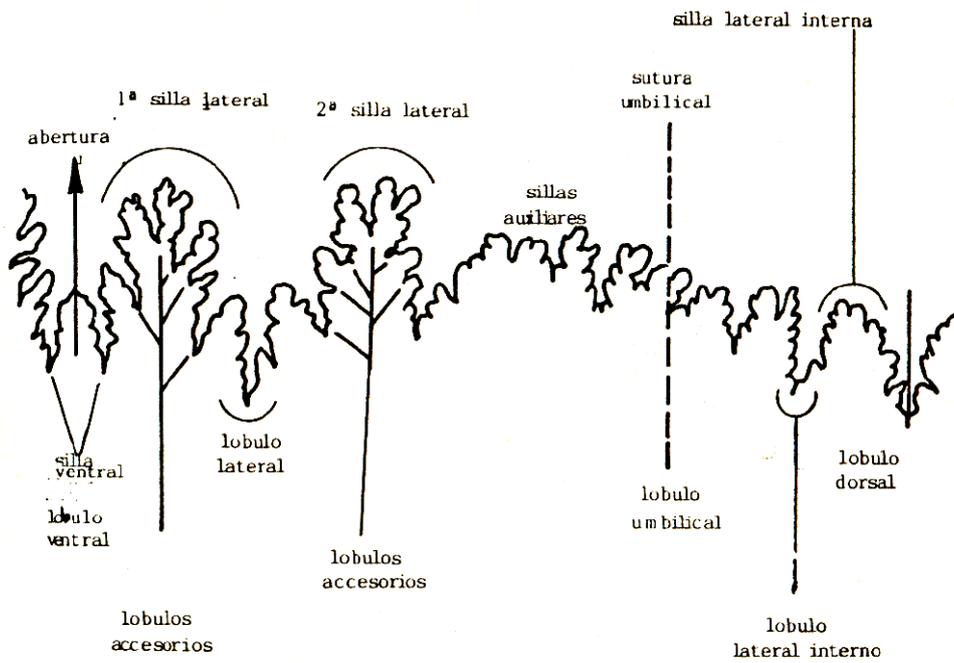
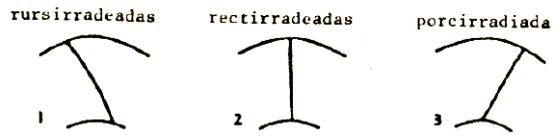
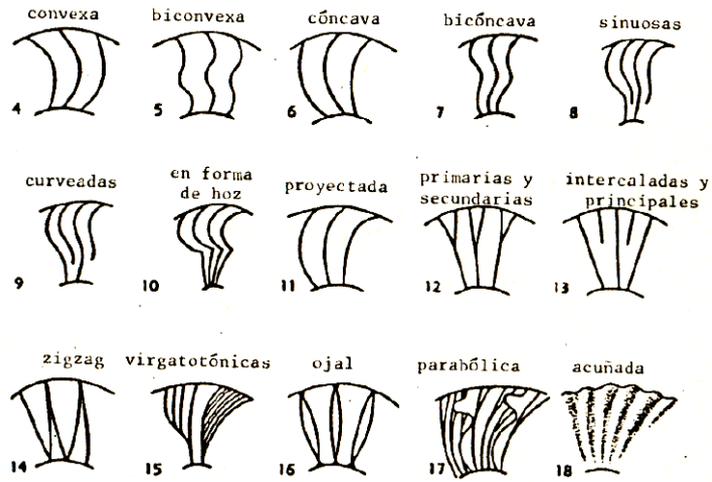


Fig. 9 Terminología de la línea de sutura. La línea negra señalada con la flecha del lado izquierdo representa la línea media ventral, la línea paralela continua del lado derecho a la línea media del dorso. La línea paralela discontinua (sutura umbilical) separa las partes internas y externas de la sutura.

DIRECCION DE LAS COSTILLAS



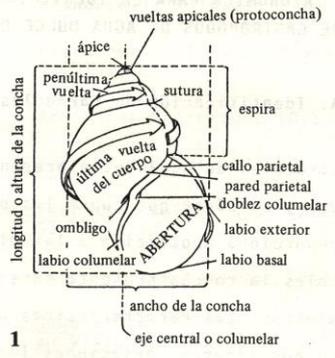
TIPOS DE COSTILLA



COSTILLAS ESPACIADAS

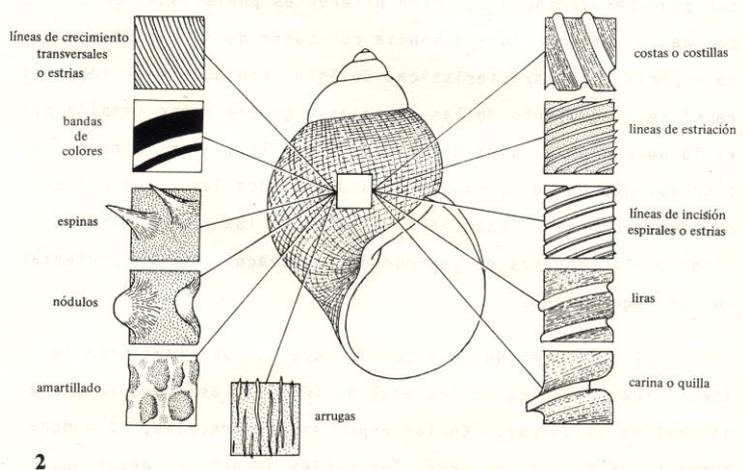


10 Fig. Tipo de Costillas en la concha de los amonoideos



1

Fig. 1. Terminología de la concha.



2

Fig. 2. Ornamentaciones de la superficie de la concha.

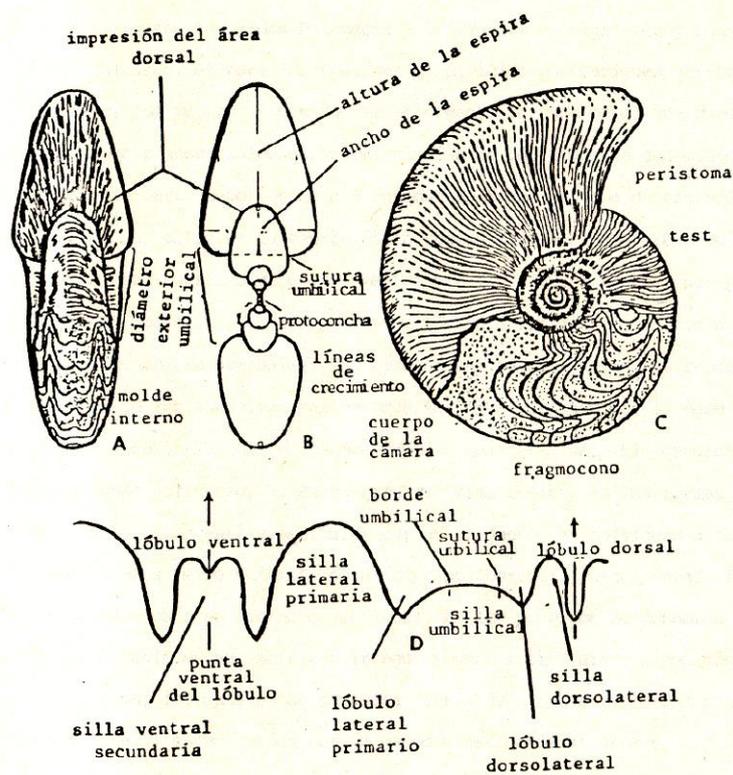


DIAGRAMA VENTRAL (A). CORTE TRANSVERSAL (B) Y LATERAL (C), VISTA TÍPICA DE UN CONIATITE, MANTICOCERAS, CASI MEDIDA NATURAL; Y (D) REPRESENTACION AGRANDADA DE LA MISMA SUTURA. LA PARTE SUPERIOR DE (A) Y (C) DESCRIBEN LA TEST EXTERIOR Y EXHIBEN LAS LINEAS DE CRECIMIENTO, MIENTRAS LA PARTE BAJA REPRESENTA EL MOLDE INTERNO DE LAS SUTURAS.

PRÁCTICA VII PALEOBOTANICA

INTRODUCCIÓN

Una parte importante de los procesos que experimentaron las plantas, desde su origen, hasta la actualidad, incluyendo las estrategias de supervivencia, se han registrado en forma de fósiles. El objetivo de la Paleobotánica, es el estudio en la correlación de partes orgánicas de plantas, para la reconstrucción de organismos y definir su posible biología; existen tres formas de evidencias usadas por los paleobotánicos para hacer sus reconstrucciones:

- i) el uso de datos de vegetales actuales con sus partes unidas.
- ii) La unión de partes inferidas por similitud de factores anatómicos.
- iii) La unión inferida por la frecuencia, con la cual las partes están asociadas.

Por otro lado las plantas son organismos importantes en la investigación de condiciones paleoambientales debido a que sus estructuras o funciones se relacionan claramente con las variaciones del medio. Además del potencial para la investigación en Paleobotánica, muchas de las localidades fosilíferas de plantas han significado importantes fuente de recursos energéticos para el hombre. Por ejemplo las minas de hulla y antracita en Europa, Asia y Norteamérica, cuyo origen se propone como la acumulación de restos vegetales procedentes de extensos bosques. Entre las localidades asignadas al Paleozoico de México, en el Estado de Puebla, se considera la importante formación Matzitzi. En el Mesozoico se registra la presencia de las gimnospermas, cycadales y las magnoliopsida (angiospermas) con estructuras tan importantes para la reproducción como semillas, y flores. Una de las divisiones que caracteriza esta era es el de las Cycadophyta que incluye a Cycadales y Bennettitales (con organismos actuales y fósiles). Después de haber tenido una gran diversidad y distribución mundial en el mesozoico en la actualidad existen 11 géneros y 160 especies, y se distribuyen en: América del Sur, América Central, Sur de África, Australia, México y este de Asia.

En 1974 Hickey y Wolf, investigadores norteamericanos, revisando plantas actuales y fósiles, propusieron un esquema filogenético basado en la arquitectura foliar y una alternativa para identificar restos foliares (ver apéndice II y III. Tal ordenación considera la condición de las venas, sus órdenes y desarrollo en la hoja; además formalizaron la terminología apropiada para la descripción de las hojas. Su propuesta no se aleja de los sistemas planteados por Cronquist y Takhtajan, por lo que tiende a ser natural y evolutivo.

OBJETIVOS

1. Reconocer megafósiles de plantas, diferencie y comprenda los conceptos de compresión carbonosa e impresión, como dos procesos de fosilización importantes en vegetales.

2. Introducir al alumno al análisis de la morfología de Lycopodophyta, Cycadophyta, Filicales, como grupos relevantes de las floras del paleozoico, Mesozoico y Cenozoico
3. Utilizar la información que aportan los taxa revisados para inferir condiciones Paleoecológicas y Paleoclimáticas de la localidad de recolecta.
4. Reconocer la utilidad de considerar a la arquitectura foliar como fuente de caracteres taxonómicos en plantas

COMPONENTES

Teóricos: Paleobotánica, género-forma, plantas paleoindicadoras y estructuras reproductoras.

Técnicos: Uso de microscopio estereoscópico, vernier, lupa 4X y claves taxonómicas.

Metodológicos: Observación, descripción, comparación, identificación e inferencia.

ACTIVIDADES

- Se repartirá ejemplares fósiles de las formaciones: Tecocoyunca, Zorrillo, Rosario (de edad jurásica) y de la formación Huizachal de edad triásica, formación Matizitzi y Atotonilco el Grande
- Los alumnos realizarán esquemas de hojas, con identificación de estructuras.
- Los alumnos propondrán, después de la revisión del material su origen autóctono o alóctono.
- Se elaborará un mapa de distribución de localidades fósiles y se realizará una comparación con la distribución de las localidades actuales.

ANEXO I

Anomozamites: Hoja lanceolar, con la lámina dividida en segmentos, que tienen como características ser tan anchos, como largos (Fig. 1) la vena media del raquis está parcialmente expuesta sobre la superficie superior de la fronda, su alcance estratigráfico es triásico superior- cretácico inf.

Ctenis: Algunas hojas mayores a 1 mt de longitud, son pinadas y están atadas por todo el ancho de su base al raquis. Cuando las pinas son más largas de 14 cm y atadas en un ángulo agudo en la mitad de la fronda, con algunas venas paralelas que entran a la lámina; algunas venas pueden estar interconectadas (fig. 2) Los estomas están confinados a la superficie inferior de la lámina.

Dictyozamites: En esta hojas las bases de las pinas están constreñidas, atadas a la superficie superior del raquis (fig. 3) El género puede ser reconocido por el anastomosamiento de las venas

Nilssonia: Hojas de forma linear o oblanceolada, con la lámina ocasionalmente segmentada dentro de varios tamaños y formas (fig. 4) La lámina está atada a la orilla superior del raquis y puede cubrirlo, las venas son simples y parten de la vena media en un ángulo recto.

Otozamites: Las pinas tienen constricciones asimétricas en la base y se unen al raquis sobre la superficie superior del raquis (fig.5) ellas son ampliamente ovales, con el lóbulo anterior de la pina pronunciado

Zamites: Las pinas de este tipo son lineares a lanceoladas y están atadas a la superficie superior del raquis (Fig. 6) La pina en la base está grandemente constriñida y el patrón de venación incluye venas paralelas y divergentes, los estomas están confinados a la superficie superior.

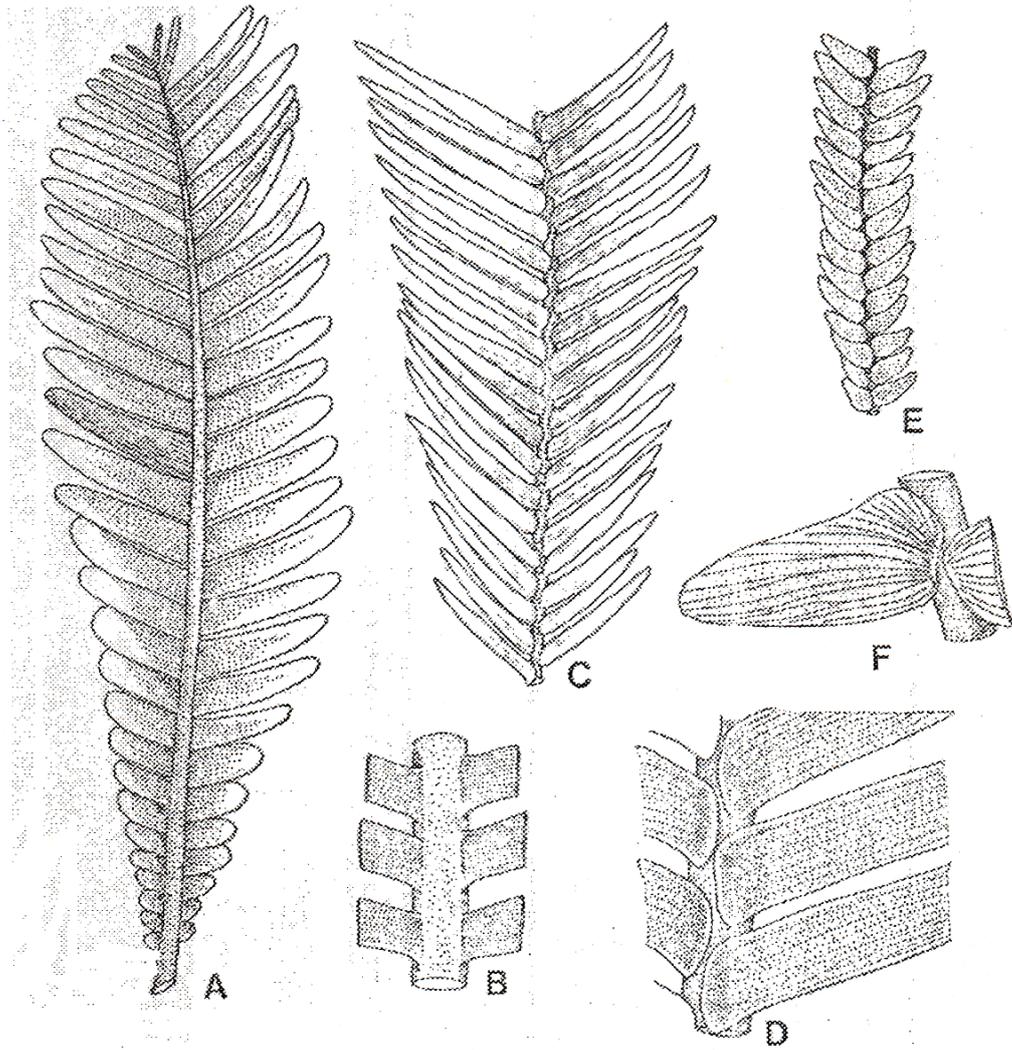
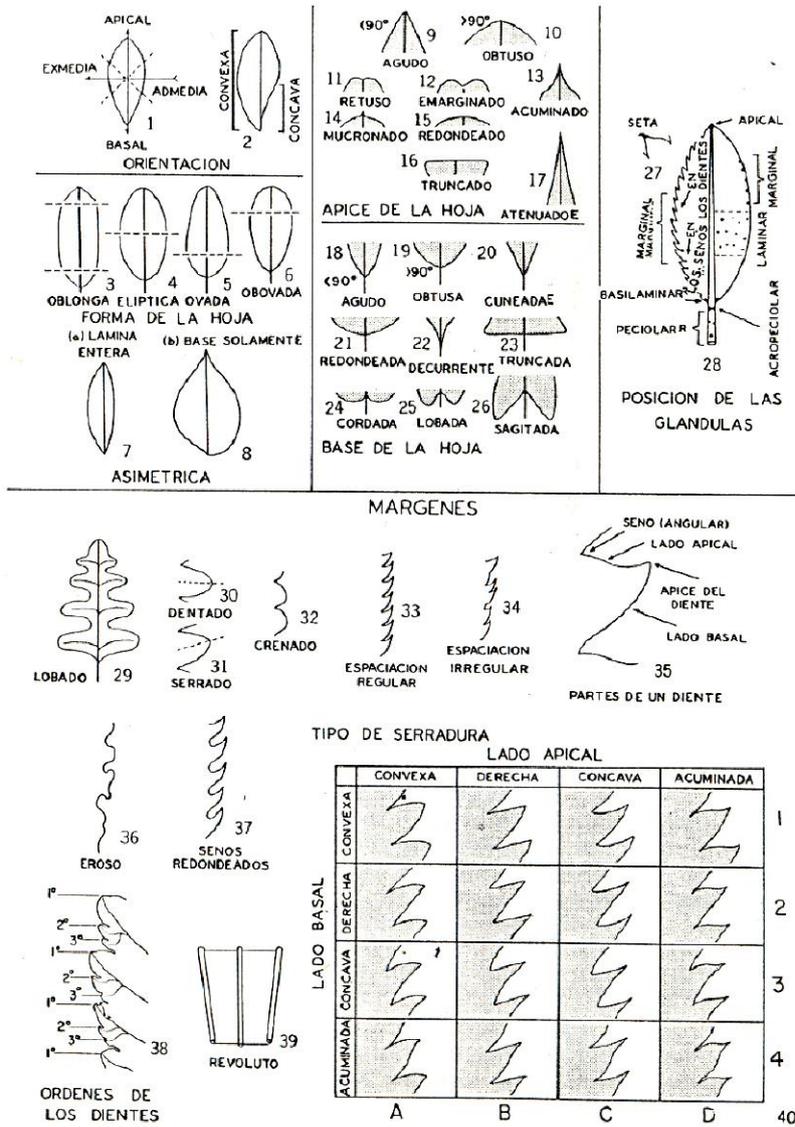


Fig1.- A *Pterophyllum* sp, superficie abaxial de la hoja, B) *Pterophyllum* mostrando detalle de inserción; C *Ptillophyllum* sp E y F *Otozamites* sp.

ANEXO II. Tomado de Stewart, 1983.

L. J. HICKEY, *Arquitectura de las hojas de dicotiledóneas*

9

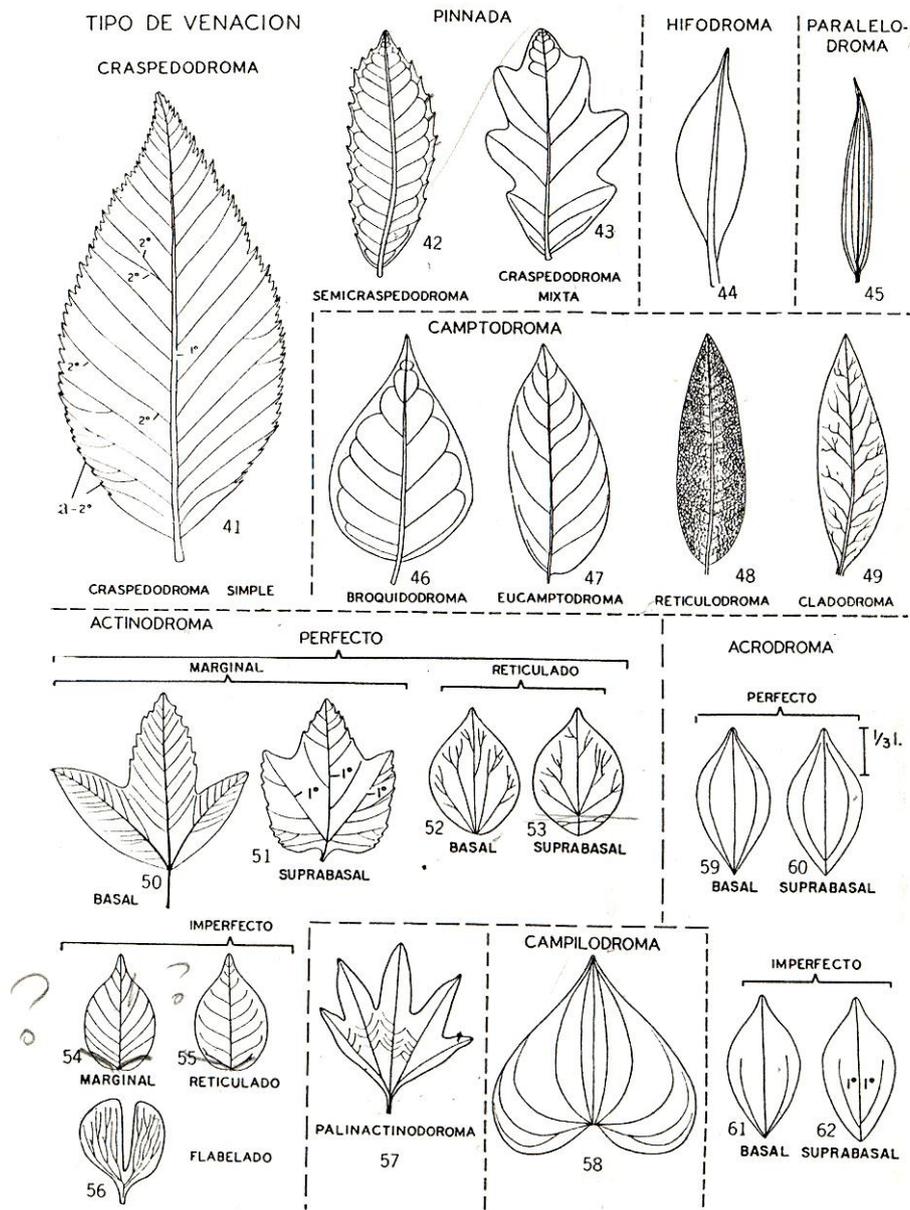


Figs. 1-10. — Caracteres de la arquitectura foliar-orientación y forma de la lámina completa, forma del ápice y base, posición de las glándulas y configuración marginal

ANEXO III. Tomado de Stewart, 1983.

L. J. HICKEY, *Arquitectura de las hojas de dicotiledóneas*

13



Figs. 41-62. — Caracteres de la arquitectura foliar (continuación). Tipos de venación

REFERENCIAS

Banks, H.P: 1978. The early history of Land Plants. In evolution and environment, De. E.T.Drake. New Have: Yale University Press.

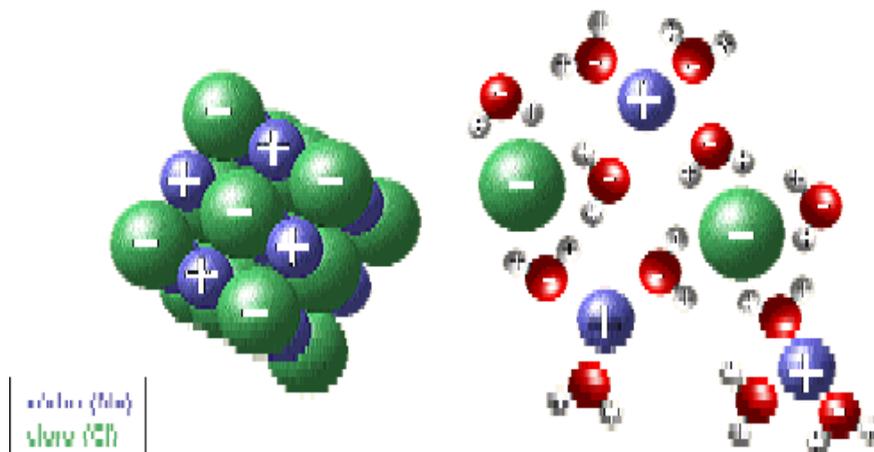
Dilcher D. 1974. Approaches to the Identification of Angiosperm Leaf Remains. The Botanical Review.40:1

Silva P. A. 1981. Visión Panorámica sobre la Paleobotánica en México. Anais II Congreso Latino Paleontología, Porto Alegre.

Stewart, W. 1983. Paleobotany and the evolución of Plants. Cambridge University Press, 405.

UNIDAD III

ESTEQUIOMETRÍA



<http://www.lacoctelera.com/el-ferroviario-abandonado/post/2006/08/05/quimica>
Fecha de consulta 22 de junio de 2007

OBJETIVO

Realizar los cálculos químicos necesarios para la preparación de disoluciones y demostrar las leyes estequiométricas

ESTEQUIOMETRÍA

Introducción

La estequiometría es la parte de la química que se ocupa del estudio de las relaciones entre las masas de las sustancias, determinadas tanto por las ecuaciones como por las fórmulas que representan sus transformaciones.

En la actualidad se fabrican una gran cantidad de productos químicos en las industrias del petróleo, de alimentos, de medicamentos, etc., por lo cual resulta importante conocer los principios elementales de la estequiometría, ya que al efectuarse cualquier reacción química es imprescindible que los productos formados a partir de cantidades fijas de reactivos se obtengan con el menor desperdicio posible para evitar que éstos tengan un impacto en el ambiente. Para ello es necesario conocer las leyes ponderales, la ecuación que representa la ecuación química y de ahí deducir las relaciones de masa y volumen entre los reactivos y productos individualmente. De igual manera, la estequiometría facilita al Biólogo un procedimiento cuantitativo para estudiar los procesos químicos que ocurren en: los seres vivos, suelo, aire y agua., por lo cual el biólogo debe asumir la responsabilidad de la preservación de los mismos, así como optimizar los insumos para reducir la generación de desechos contaminantes.

Por otro lado, cabe señalar lo mencionado en el Plan de Estudios de la Carrera de Biología al establecer al Laboratorio de Investigación Formativa (LAIN-F1) como una asignatura metodológica, donde se pretende unir los diferentes puntos de vista de los campos de la biología con la física y la química y además propone que tenga como objetivo un Proyecto de Investigación.

Es por ello que en esta unidad se establecen los lineamientos generales que involucran los cálculos estequiométricos y para aplicarlos a soluciones reales se realizarán experimentos que permitan aplicar claramente el método científico, mediante la observación, clasificación de hechos y verificación. Asimismo se pretende relacionar los conceptos revisados en las asignaturas de Química General y Ciencias de la Tierra.

Por lo anterior, la fase experimental tiene como alternativa para su estudio, el trabajo con un cuerpo de agua, minerales en rocas, rocas calizas, o un material de desecho.

ESTEQUIOMETRÍA

Es importante acotar que las teorías "atomistas" para explicar la naturaleza interna de la materia, arrancan desde los griegos en torno a 400 años a.c. En toda transformación química hay reactivos que se transforman en productos, lo cual ha sido conocido y usado de manera generalizada con muy diversos fines, atribuyendo los alquimistas un componente "mágico" a estas transformaciones (Roldán, 2002). Fue hasta comienzos del siglo XIX, cuando se comenzó a usar la experimentación, el planteamiento de hipótesis que explicaran los fenómenos, y la medición de las cantidades de sustancias involucradas, para convertir la Química en ciencia.

La estequiometría es un tema de particular relevancia dentro de la ciencia química; existe un sinnúmero de definiciones respecto a este término que varía según el estilo y forma de expresión de cada autor, sin embargo todos son coincidentes en la esencia del mismo. Por su origen, el término estequiometría proviene del griego στοιχειον, (stoicheion), letra o elemento básico constitutivo y μέτρον (métron), medida.

Entre algunas definiciones se encuentran las siguientes: para Malone (1997) la estequiometría se expresa como "las relaciones cuantitativas entre reactivos y/o productos", según Villarreal y colaboradores (1993), La estequiometría es el estudio de las relaciones numéricas relativas a la composición de la materia y de sus transformaciones; mientras que para Daubb & Seese (1996) la estequiometría se encarga de las mediciones de cantidades relativas de reactivos y productos químicos en una reacción; Dickson (2000) dice que la estequiometría se refiere a como las masas de elementos y compuestos se involucran en una reacción relativa.

El mismo autor hace referencia al número relativo de átomos de varios elementos encontrados en una sustancia química y a menudo resulta útil en la calificación de una reacción química, para fines prácticos se puede definir como: "la parte de la Química que trata sobre las relaciones cuantitativas entre los reactivos y productos en una reacción química".

De acuerdo con estas definiciones, la estequiometría puede y debe aplicarse desde el cálculo de la composición de los elementos presentes en un compuesto, hasta la verificación de la cantidad de un compuesto formado en una reacción química.

La mayoría de los autores coinciden en que previo a la aplicación de cálculos estequiométricos como tales, es necesaria la comprensión y manejo de algunos componentes teóricos tales como las leyes ponderales y conceptos asociados.

Aunque esta unidad está encaminada hacia la cuantificación y por lo tanto a lo que se refiere a la parte observable y medible, es sumamente importante el manejo conceptual ya que este nos permitirá generar la explicación de lo cuantificado con base en el modelo creado a través del razonamiento e interrelación de hechos (proceso intelectual). Por este motivo es necesario resaltar los conceptos generados a través del tiempo.

Entre algunas leyes que permiten fundamentar la estequiometría se encuentran:

Ley de la Conservación: Según esta ley aplicada a la materia y dice que **conservación de la masa los átomos (la materia) ni se crean, ni se destruyen, durante una reacción química, sólo se transforman.**

LEYES PONDERALES:

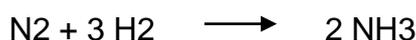
El uso de la balanza fue el primer paso para cuantificar los procesos químicos, a partir de la observación de las cantidades de reactivos y productos puestos en juego en los procesos de transformación química, a partir de ello se obtuvieron las siguientes leyes:

1.-Ley De Las Proporciones Definidas (Proust 1801)

"Cuando dos o más elementos se combinan entre sí para formar un determinado compuesto, lo hacen siempre en la misma proporción de pesos." Siendo esto independiente al procedimiento de obtención.

Ejemplo:

En la reacción de formación del amoníaco, a partir de los gases Nitrógeno e Hidrógeno:



las cantidades de reactivos que se combinaban entre sí, fueron:

| NITRÓGENO | HIDRÓGENO |
|-----------|-----------|
| 28 g. | 6 g. |
| 14 g. | 3 g. |
| 56 g. | 12 g. |

2.-Ley De Las Proporciones Múltiples (Dalton 1803)

"Las cantidades de un mismo elemento, que se combinan con una cantidad fija de otro para formar compuestos diferentes, presentan entre sí una relación de números enteros sencilla."

Ejemplo:

La combinación de una misma cantidad de Carbono (12 gramos) con distintas cantidades de Oxígeno.

| | |
|--|--|
| C + O ₂ --> CO ₂ | 12 g. de C + 32 g. de O ₂ --> 44 g. CO ₂ |
| C + ½ O --> CO | 12 g. de C + 16 g. de O ₂ --> 28 g. CO ₂ |

Se observa que las cantidades de oxígeno mantienen la relación numérica sencilla (en este caso "el doble")

$$32/16 = 2$$

3.- Ley De Las Proporciones Equivalentes O Recíprocas (Richter 1792).

"Los pesos de los elementos diferentes que se combinan con un mismo peso de un elemento dado, son los pesos relativos a aquellos elementos cuando se combinan entre sí, o bien múltiplos o submúltiplos de estos pesos."

Ejemplo:

En las reacciones de una misma cantidad de Calcio (20 gramos) con dos elementos distintos, observamos las cantidades de combinación:

| | |
|---|--|
| $\text{Ca} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CaH}_2$ | 20 g. Ca \leftrightarrow 1 g. H ₂ |
| $\text{Ca} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{CaO}$ | 20 g. Ca \leftrightarrow 8 g. O ₂ |

Resulta que estas cantidades guardan una relación de números sencillos con las cantidades que se combinan entre sí entre Hidrógeno y Oxígeno, para formar agua:

| | |
|--|--|
| $\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ | 2 g. H ₂ \leftrightarrow 16 g. O ₂ |
|--|--|

Lo anterior dio origen al concepto de **PESO EQUIVALENTE**, y que según Ander y Sonessa (2000) el peso equivalente de un elemento es la cantidad en gramos del mismo que se combina con 8 g. de Oxígeno, o con 1.008 g. de Hidrógeno, mientras que el peso equivalente de un compuesto es el peso en gramos de los pesos equivalentes de sus átomos constituyentes.

Aunados a las Leyes anteriores es importante revisar conceptos asociados a ellos para lograr una mejor comprensión del tema.

Hipótesis De Avogadro (Avogadro 1811)

Avogadro postuló una hipótesis que hasta el momento no se ha podido comprobar: "*En volúmenes iguales de gases diferentes, medidos en las mismas condiciones de P y T, existe el mismo número de moléculas.*" pero que todos los efectos macroscópicos indican que Avogadro estaba en lo cierto.

$$22.4 \text{ litros} = 6.023 \times 10^{23} \text{ moléculas.}$$

$$1 \text{ litro} = 2.68 \times 10^{22} \text{ moléculas}$$

Es importante aclarar que aunque estos conceptos se refieren a la masa en algunas ocasiones se utiliza como sinónimo de ellas el peso. Se necesita establecer la masa de cada átomo, y para ello se requiere una unidad adecuada. En principio se pensó en el átomo de H (el más pequeño), pero luego se tomó como patrón el átomo de ¹²C, por razones técnicas, asignándosele una masa de 12 u.m.a. (unidad de masa atómica).

Una **u.m.a.** es la doceava parte de la masa del átomo de ¹²C.

Masa atómica: Es la masa de un átomo, cuando este se encuentra en reposo o cuando su velocidad es insignificante con respecto a la velocidad de la luz, medida en u.m.a.s.

Masa molecular: Es la masa de una molécula, medida en u.m.a.s. Corresponde a la suma de las masas atómicas de todos los átomos que forman la molécula. Ejemplo, el peso molecular del agua, H₂O, es 18.0 u.m.a.

Masa equivalente: Masa molecular/ No. de oxidación.

Masa molar de una sustancia es la masa de un mol de la sustancia. El carbono-12 tiene, por definición, una masa molar de exactamente 12 g/mol. Para todas las sustancias, la masa molar en gramos por mol es numéricamente igual al peso fórmula en unidades de masa atómica.

Peso fórmula de una sustancia es la suma de los pesos atómicos de todos los átomos en una unidad formular del compuesto, sea molecular o no. Por ejemplo, el cloruro de sodio, NaCl, tiene un peso fórmula de 58.44 u.m.a. Este compuesto es iónico, así que estrictamente la expresión “peso molecular de NaCl” no tiene significado. El peso molecular y el peso fórmula calculados a partir de la fórmula molecular de una sustancia son idénticos.

La **fórmula empírica** (o la **fórmula más sencilla**) para un compuesto es la fórmula de una sustancia, escrita con los índices con números enteros más pequeños. Para la mayor parte de las sustancias iónicas, la fórmula empírica es la fórmula del compuesto, pero con frecuencia éste no es el caso de las sustancias moleculares. Por ejemplo, la fórmula del peróxido de sodio, un compuesto iónico de Na^+ y O_2^{2-} , es Na_2O_2 . Su fórmula empírica es NaO. Por lo tanto, la fórmula molecular de un compuesto es un múltiplo de su fórmula empírica.

El concepto de mol es de gran relevancia en la química moderna, de acuerdo con Gillespie *et al.* (1990) es la cantidad de cualquier sustancia que contiene tantas unidades formulars o moléculas como el número de átomos en exactamente 12 g de Carbono además de ser la unidad macroscópica de cantidad de sustancia, lo suficientemente grande para poder ser manejada en laboratorio.

Átomo-gramo o Mol de átomos: Es una cantidad en gramos del elemento igual a la masa atómica del mismo Molécula-gramo o Mol: Es una cantidad en gramos del compuesto igual a la masa molecular del mismo. Por ejemplo, una mol de etanol es igual a 6.023×10^{23} moléculas de etanol.

Número de Avogadro (NA): Es el número de átomos o moléculas (según el caso) que hay en un mol de cualquier elemento o compuesto. $\text{NA} = 6.023 \times 10^{23}$ moléculas./mol

Una **Reacción química** es un proceso en el cual una sustancia (o sustancias) desaparece para formar una o más sustancias nuevas. Las reacciones químicas se representan mediante **ecuaciones químicas**.

Ejemplo: el hidrógeno gas (H_2) puede reaccionar con oxígeno gas (O_2) para producir agua (H_2O). Lo anterior se representa mediante una ecuación química que para esta reacción se escribe:



- El "+" se lee como "reacciona con"
- La **flecha** significa "produce".
- Las fórmulas químicas a la izquierda de la flecha representan las sustancias de partida denominadas **reactivos**.
- A la derecha de la flecha están las formulas químicas de las sustancias producidas denominadas **productos**.
- Los números al lado de las fórmulas son los **coeficientes** (el coeficiente 1 se omite).

En cumplimiento a la ley de la conservación de la materia, una **ecuación química** debe tener el mismo número de átomos de cada elemento a ambos lados de la flecha. Se dice entonces que la ecuación está *balanceada*.

Para realizar adecuadamente el Balanceo de Ecuaciones Químicas es indispensable revisar y diferenciar con antelación los conceptos de **Valencia y Número de Oxidación**.

En este sentido definen a la valencia como un adjetivo que significa asociado por enlace químico y es "el número total de enlaces que un átomo, ión o radical muestra a otros átomos, iones o radicales en un compuesto", es decir, es la capacidad de combinación de estos.

Por su parte definen Gil y Vázquez (1997) definen el número de oxidación como *aquel que se obtiene al aplicar un conjunto de reglas a una situación dada*. Para otros autores como Mahan (1992) se entiende como *el número atómico del átomo menos el número de electrones orbitales o sencillamente la carga neta del átomo*. Este concepto resulta de particular utilidad cuando se trata de balancear ecuaciones químicas.

Lo anterior nos conduce a la definición de los conceptos de **Oxidación y Reducción**

Oxidación: cuando un reactivo pierde electrones, lo que provoca un incremento en su número de oxidación.

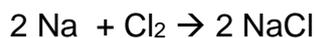


Reducción: cuando un reactivo gana electrones y su número de oxidación decrece.



Las reacciones de oxidación y reducción siempre se presentan en pares y de manera simultánea, ya que se realizan por una transferencia de electrones; por lo tanto a cada una de ellas se le denomina **semirreacciones** y en conjunto dan lugar a una reacción completa.





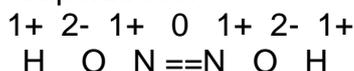
Agente oxidante: Es una sustancia que causa que otra sustancia se oxide y al hacer esto ella misma se reduce.

Agente reductor: Es una sustancia que causa que otra sustancia se reduzca y en consecuencia ella se oxida.

Reglas para Establecer el Número de Oxidación para distintas sustancias y que se resumen de la siguiente forma:

a.- El estado de oxidación de un elemento en su estado natural o forma alotrópica es (cero) 0. Ejemplo Na, Li, B, Mg, N₂, H₂, P₄ S₈

b.- En la unión de dos átomos iguales, los enlaces no contribuyen al estado de oxidación de cada uno de ellos. Ejemplos enlaces de Carbono en sustancias orgánicas y Ácido Hiponitroso.



c.- El estado de oxidación del H en la mayoría de sus compuestos es de 1⁺, pero si se une a un elemento poco electronegativo, puede ser 1⁻ (hidruros). Ejemplo: LiH, BeH, NaH, etc.

d.-El estado de oxidación del Oxígeno en la gran mayoría de sus compuestos es siempre 2⁻. Las excepciones incluyen los peróxidos (1⁻) y los superóxidos donde se les asigna 1/2⁻.

Ejemplo H₂ O₂

e.- Los halógenos en los halogenuros tienen estado de oxidación de 1⁻

f.-Los metales alcalinos y alcalinotérreos tienen estado de oxidación igual que el número de la familia.

g.- En los iones simples, el estado de oxidación es el mismo que la carga del ión.

h.-En compuestos binarios, el elemento más electronegativo posee un número de oxidación de igual a su valencia precedida por un signo menos y un signo más para el elemento más electropositivo. Ejemplo: FeCl₃ : Fe ³⁺ Cl ¹⁻

i.-La suma algebraica de los estados de oxidación de todos los átomos de un compuesto neutro es siempre igual a cero. Si se trata de un ión poliatómico, la suma algebraica será igual a la carga que presente este compuesto.

j.-El máximo estado de oxidación de un elemento representativo es igual al total de electrones de su capa de valencia.

k.- El mínimo estado de oxidación de un elemento representativo, es igual al número de electrones que le faltan para llenar su capa de valencia.

Para poder trabajar con reacciones químicas es necesario saber a que tipo corresponden:

Tipos de reacciones químicas Moreno Esparza (2001)

| Tipos: | Ejemplo |
|----------------|---|
| Adición | $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ |
| Desplazamiento | $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ |
| Descomposición | $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ |
| Iónicas | $\text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{Na}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ |
| Metátesis | $2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 2\text{NaCl}$ |
| Precipitación | $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl}(\text{s}) + \text{NaNO}_3$ |
| Redox | $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$ |
| Dismutación | $12\text{OH}^- + 6\text{Br}_2 \rightarrow \text{BrO}_3^- + 10\text{Br}^- + 6\text{H}_2\text{O}$ |
| Substitución | $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$ |

Existen diversos métodos sobre la forma de obtener el ajuste de una ecuación química y se resumen en Métodos Matemáticos y Químicos, dentro de los cuales se pueden citar aquellos mencionados por Gil y Vázquez (1997): el método algebraico, el método de Oxidación- Reducción y el Método Ión Electrón; solo se hará referencia a los dos últimos:

Método de Oxidación – Reducción (REDOX):

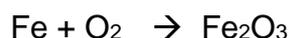
Existe un gran número de reacciones químicas donde ocurren procesos de **metátesis** y de óxido reducción que consiste en que uno o más elementos de la reacción sufran cambios en su número de oxidación por lo que se les conoce simplemente como reacciones tipo **Redox**.

Procedimiento para su balanceo:

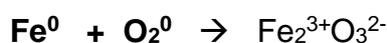
1. Escribir correctamente la ecuación completa que va a ser balanceada.
2. Colocar el número de oxidación a cada átomo de cada molécula participante.
3. Identificar aquellos átomos que se oxidan o reducen, observando detenidamente la variación en el número de oxidación.
4. Determinar el número de electrones transferido en cada semireacción
5. Anotar las semi-reacciones de oxidación y de reducción, con los átomos que sufren cambios en su estado de oxidación, balanceando su masa y por último, indicando el cambio en el número de electrones.

6. Balancear las semireacciones de oxidación y reducción multiplicando el número de electrones participantes en los cambios de la primera por la segunda semireacción y viceversa.
7. Sumar las semireacciones de oxidación y de reducción para obtener una sola reacción parcial.
8. Substituir los coeficientes de la reacción parcial en los elementos oxidados y reducidos de ambos lados la ecuación original.
9. Balancear por tanteo los átomos que no sufrieron variación en su número de oxidación.

Ejemplo, Balancear la siguiente ecuación química:



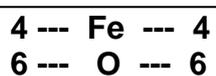
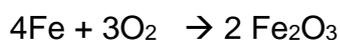
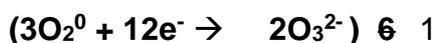
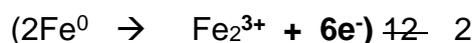
Los números de oxidación son en cada caso:



Los cambios se encuentran en:



Por lo que las semireacciones son las siguientes:



Método del Ión -Electrón:

Este método se aplica para ecuaciones de carácter iónico y tiene ventajas como enfatizar la naturaleza iónica de la reacción, no determinar previamente el número de oxidación, permite complementar la ecuación, aún si sólo se conocen los reactivos, conociendo el medio en el que se efectúa.

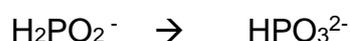
Procedimiento a seguir:

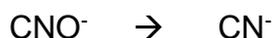
1. Escribir las especies químicas en la forma que existen, ya sea como moléculas, o preferentemente como iones nunca como elementos a menos que existan como tales.
2. Determinar cuidadosamente al agente oxidante y reductor.
3. Plantear las ecuaciones parciales de oxidación y reducción considerando los siguientes aspectos:
 - a. En ambos lados de la ecuación se escriben los iones del agente oxidante y del reductor.
 - b. Algunos compuestos como los óxidos, peróxidos y NH_3 , como moléculas.
 - c. Todos los elementos en su estado natural se escriben igual.
4. Si la reacción ocurre en un medio ácido, considera que:
 - a. Cada átomo de oxígeno en exceso, se equilibra con la adición de una molécula de agua en el otro lado de la ecuación.
 - b. Los átomos de hidrógeno que excedan se equilibran añadiendo un protón (H^+) en el otro lado de la ecuación.
5. En caso de que la reacción se efectúe en medio básico
 - a. Para balancear cada átomo de hidrógeno se añaden H^+ , pero estos deben eliminarse reaccionando con un número igual de OH^- para formar agua en el medio alcalino.
 - b. Por lo anterior se suma $\text{H}^+ + \text{OH}^- \leftrightarrow \text{H}_2\text{O}$ a la semirreacción que se está balanceando para eliminar los H^+ .
6. Balancear las cargas de electrones ganados y perdidos en las dos semirreacciones.
7. En ciertos casos, al efectuar el cambio electrónico sobre el papel, este no resulta idéntico, por lo que se deben multiplicar ambas ecuaciones por un número tal que permita equilibrar el total de electrones ganados y perdidos por el agente oxidante y reductor respectivamente.
8. Sumar las dos ecuaciones parciales y simplificar.
9. Transformar la ecuación iónica en molecular introduciendo los iones que no intervienen en la reacción.

Ejemplo, Balancear la ecuación:



Las semirreacciones son:

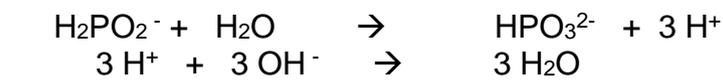




Balanceando por separado cada una, se agrega H_2O para equilibrar el O_2 :



Se adicionan 3 iones H^+ en los productos para equilibrar el hidrógeno y se compensan con iones OH^- producto de la disociación del agua y cuya suma resultante es:



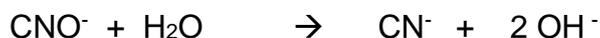
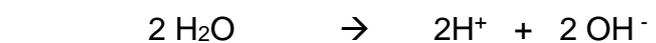
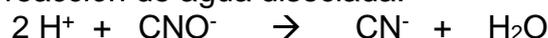
Agregamos 2 electrones en los productos para igualar la carga neta en ambos lados:



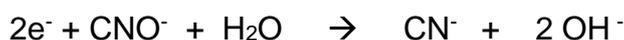
En el caso de la segunda semirreacción, agregando agua para igualar oxígenos se tiene:



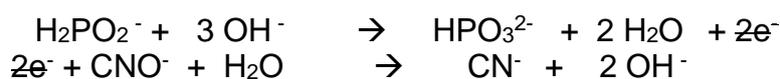
Se adicionan iones hidronio en reactivos para compensar hidrógeno y se compensan en la semirreacción de agua disociada:



Se agregan 2 electrones en los reactivos para igualar la carga neta en ambos lados de la ecuación:



Conjuntando y sumando las dos semirreacciones balanceadas se tiene:

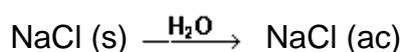


En las ecuaciones químicas es importante indicar el estado físico de los reactivos y productos que puede indicarse mediante los símbolos (g), (l) y (s), para indicar los estados gaseoso, líquido y sólido, respectivamente.

Por ejemplo:



Para describir lo que sucede cuando se agrega un soluto al agua, se escribe:



dónde *ac* significa disolución acuosa. Al escribir H₂O sobre la flecha se indica el proceso físico de disolver una sustancia en agua, aunque algunas veces no se pone, para simplificar.

El conocimiento del estado físico de los reactivos y productos es muy útil en el laboratorio; ya que una persona poco informada podría tratar de realizar la reacción en condiciones en las que la reacción sería muy lenta o no habría reacción.

Una vez que se cuenta con la ecuación química balanceada se procede a realizar los cálculos necesarios y las predicciones estequiométricas que nos interesan.

Reactivo Limitante y en Exceso.

Según Slabaugh y Spencer (1993) *al reactivo que se ha consumido en su totalidad en una reacción química se le denomina **reactivo limitante**, ya que limita la cantidad de producto formado.*

- Para conocer cuál es el reactivo limitante de una reacción se requiere calcular **los moles** de producto que se obtienen con cada reactivo, suponiendo que el resto de reactivos están en cantidad suficiente. Aquel reactivo que genera el menor número potencial de moles de producto es el reactivo limitante.
- A los reactivos, *presentes en mayor cantidad que la necesaria para reaccionar con la cantidad del reactivo limitante, se les denomina **reactivos en exceso**.*

Rendimiento de una reacción

*A la cantidad de producto que se obtendría si reaccionara todo el reactivo limitante se denomina el **rendimiento teórico de la reacción**,*

*La cantidad de producto que se obtiene realmente en una reacción es el **rendimiento real**.*

Rendimiento real < Rendimiento teórico

Razones para explicar la diferencia entre el rendimiento real y el teórico:

Muchas reacciones son reversibles, de manera que no proceden 100% de izquierda a derecha.

Aún cuando una reacción estuviera cercana de completarse en un 100%, resulta difícil recuperar todo el producto del medio de la reacción (como intentar sacar *toda* la mermelada de un frasco)

Los productos formados pueden seguir reaccionando entre sí o con los reactivos remanentes, para formar todavía otros productos. Estas reacciones adicionales reducen el rendimiento de la primera reacción.

A fin de evaluar la cantidad de producto obtenido en una reacción, se mide el rendimiento porcentual o porcentaje del rendimiento. Este describe la relación del rendimiento real y el rendimiento teórico:

$$\text{Porcentaje de Rendimiento} = \frac{\text{Rendimiento Real}}{\text{Rendimiento Teórico}} \times 100$$

DISOLUCIONES

Para iniciar en el trabajo con disoluciones es necesario considerar que un soluto y un disolvente pueden mezclarse en varias proporciones hasta llegar a la saturación, produciéndose así una serie de disoluciones que pueden expresar su concentración de diferentes maneras según el uso que se les dé, las de uso más frecuente en los laboratorios químicos, bioquímicos, microbiológicos, etc., son las disoluciones acuosas, es decir, aquellas que emplean como disolvente al agua.

Para definir una disolución, además de identificar al soluto y al disolvente, es preciso expresar su composición, indicando el contenido de soluto en una determinada cantidad de disolvente, a lo que se da el nombre de **concentración**. Existen diversas expresiones de concentración y se pueden agrupar de dos formas:

- a. Las basadas en unidades físicas, esto es, en unidades de peso: gramos (g) o miligramos (mg) y de volumen: litros (L) o mililitros (mL).
- b. En términos de unidades químicas: moles, equivalentes, fórmula gramo.

Concentraciones en porcentajes, fracción y proporción.

Porcentaje de peso en peso (% p/p).

También llamado “porcentaje en peso”. Esta forma expresa “el número de gramos de soluto por 100 g de disolución”. Al decir que una disolución se encuentra al 10 % en peso de cloruro de sodio, indica que se tienen diez partes en peso de cloruro de sodio (gramos, libras, etc.) en 100 partes en peso de esta disolución, o sea, 10 g de cloruro de sodio en 90 g de agua.

Cuando se conoce la densidad, un porcentaje en peso puede transformarse a porcentaje de peso en volumen (% p/v).

Partes por millón (ppm)

Otra escala de concentración que se usa con frecuencia son las partes por millón (ppm) que expresa el número de mg de soluto por kilogramo de disolución. Para el caso de disoluciones diluidas, los valores de ppm son equivalentes a mg/L.

Porcentaje de peso en volumen (% p/v)

Se refiere al “peso de soluto disuelto en 100 partes por volumen de disolución”. Cuando se tiene una disolución de nitrato de potasio al 15 % p/v, ésta contendrá 15 g de nitrato de potasio disueltos en 100 cm³ de disolución.

Porcentaje de volumen en volumen (% V/V).

O “porcentaje en volumen”, expresa el volumen de un componente por 100 partes en volumen de la disolución. Esta expresión sólo puede ser aplicada a disoluciones de gases o líquidos.

En el caso de las disoluciones líquido-líquido se usa poco debido a que los volúmenes de líquidos diferentes no son aditivos, como en el caso de los gases. Por lo tanto cuando se preparan diluciones de líquidos hay que considerar el cambio de volumen en función de la interacción química de las especies, además considerar la variación de las densidades de cada líquido que conforma la disolución con respecto a la temperatura. Así, al preparar una disolución de alcohol etílico al 5 % V/V se mezclarán 5 mL de este soluto con el suficiente volumen de agua hasta completar 100 mL, y no 5mL de alcohol etílico con 95 mL de agua porque el volumen final sería diferente de 100 mL.

Para los gases, la concentración se expresa como porcentaje en volumen porque es más fácil medir el volumen que el peso de los mismos. Cuando volúmenes de gases no reactivos se mezclan a la misma presión y temperatura, éstos son aditivos.

Fracción molar (X).

Es una expresión que proporciona los números relativos de las moléculas de las sustancias que forman una disolución. Y la suma de todas las fracciones molares de una disolución es igual a la unidad.

Fracción molar de A = $X_A = \text{moles de A} / \text{moles totales}$

Concentración por porción de volumen.

Es una escala de concentración que requiere de poca precisión y que se usa para sustancias líquidas, donde se indica primero el volumen relativo del soluto y después el del solvente, que casi siempre es el agua. Así, una disolución representada como 1:3 de HCl, será igual que 1+3, lo cual indica que un volumen de HCl ha sido mezclado con tres volúmenes iguales de agua.

Molaridad (M).

Esta expresión de la concentración está basada en el principio de fracción y emplea unidades químicas y se define como las moles de soluto (n) disuelto en un L de disolución total.

$$M = \text{Moles/L} = n/V$$

Al despejar n, se tiene $n = MV$; por lo tanto, si se agrega agua, el número de moles no cambia y sólo se tendrá un efecto de dilución, por lo que se puede establecer la siguiente ecuación de dilución:

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

1 = concentrado

2 = diluido

Normalidad (N).

La normalidad se define como el número de equivalentes-gramo (eq-g) de soluto por L de disolución total.

$$N = \text{número de eq-g/L} = \text{número de eq-g/V}$$

La unidad específica de masa usada en la definición de la normalidad es el peso equivalente expresado en gramos y el número de equivalentes de un compuesto químico se considera como su peso molecular corregido a su capacitación de reaccionar. Así se tienen reacciones de sustitución, de óxido-reducción, de formación de complejos.

Por lo anterior, para determinar el eq-g de un compuesto se debe establecer el tipo de reacción que tendrá lugar; así un eq-g para un ácido, base, o sal es igual a su peso molecular dividido entre el número de hidrógenos u oxidrilos sustituibles para los primeros, o entre el número de cargas positivas o negativas que representa la fórmula de sal.

Para compuestos oxidantes o reductores el eq-g se calcula dividiendo el peso molecular entre el número de electrones que se transfieren en la reacción.

Al despejar, número de eq-g = NV

Al añadir agua a una disolución, el número de eq-g de soluto permanece constante, por lo que se tendrá un efecto de dilución y se podrá escribir la siguiente ecuación de dilución:

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

1 = concentrado

2 = diluido

Molalidad (m).

Se define como moles de soluto por cada kilogramo (kg) de disolvente.

$$m = \text{moles/kg}$$

Cabe mencionar que mientras la molaridad es función de volumen, la molalidad es función de peso, por lo que algunas veces es recomendable el uso de esta expresión, ya que el peso no varía con la latitud terrestre y el volumen sí. No obstante su preparación es más tediosa, de allí que su uso no sea generalizado.

La molalidad de una disolución no varía con la temperatura, debido a que ésta se prepara en base a las masas de los componentes: la masa no varía con la temperatura en un intervalo amplio.

Factores que afectan la preparación de disoluciones.

Solubilidad, calor de disolución y el cambio de volúmenes al mezclar soluto y disolvente.

Es importante buscar las propiedades físicas y químicas de las sustancias a usarse antes de preparar las disoluciones, entre ellas su **solubilidad**, porque puede ser que la sustancia sea poco soluble y por lo tanto no se podrá preparar una disolución concentrada. También debe considerarse, que generalmente a mayor temperatura aumenta la solubilidad, por lo que al preparar una disolución no debe calentarse porque se estaría preparando una disolución sobresaturada.

Por otro lado debe tenerse en cuenta que algunas sustancias al ser disueltas absorben o liberan energía en forma de calor (**calor de disolución**), por lo que se recomienda controlar la temperatura manteniéndola a la temperatura ambiente del laboratorio.

Por último, cuando se mezcla un soluto con un disolvente puede ocurrir una concentración o aumento de volumen, por lo que se recomienda disolver el soluto en una cantidad de disolvente menor a la requerida, luego ajustar la temperatura semejante a la que tuvo el recipiente en su calibración y continuar agregando el disolvente hasta el aforo indicado.

Cabe mencionar que dentro de la Química Ambiental, habitualmente se utilizan dos escalas de concentración para los gases que están presentes en el aire. En concentraciones “absolutas” la escala más común es la de moléculas por centímetro cúbico de aire.

Las concentraciones “relativas” se basan en la escala de fracción molar. Debido a que las concentraciones de muchos constituyentes son pequeñas, los científicos atmosféricos y ambientales, expresan de nuevo la fracción molar como “partes por”. Así una concentración de 100 moléculas de bióxido de carbono dispersadas en un millón (10^6) de moléculas de aire se expresaría como “100 ppm” en vez de una fracción molar o molecular de 0.0001. De forma similar “ppmm” y “ppb” se refieren a partes por mil millones (10^9) y partes por billón (10^{12}) respectivamente.

Otras formas de expresar la concentración son:

Moléculas de un gas/cm³ de aire

Microgramos de una sustancia/metro cúbico de aire = $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Moles de un gas/L de aire

REFERENCIAS

- Ander P. y Sonnessa.A. I. 2000. Principios de Química. Limusa, México.
- Ayres, G. H. 2000. Análisis Químico Cuantitativo, Harla, México.
- Baird, C., 2001, Química Ambiental. Editorial Reverté, S. A., Barcelona.
- Bermejo F., Bermejo A., Paz C., Paz A. 1995. Química General. Paraninfo, Madrid, España.
- Brown H. W. and Rogers E. P. 1993. Química, La ciencia central. 5ª. ed. Prentice Hall Hispanoamericana. México.
- Chamizo j. A. 2000. Química terrestre. Fondo de Cultura económica. Serie La Ciencia para todos. ILCE. México.
- Cotton p and Wilkinson.1999. Química Inorgánica Avanzada. 4 ed.De. Limusa.
- Cox P.A. 2000. Instant Notes. Inorganic Chemistry. Bios Springer. New York. USA.
- Daub G. W. & Seese W.S. 1996. Basic Chemistry. Prentice Hall. Seventh Edition. New Jersey, USA.
- Dickson T.R. 2000. Introduction to Chemistry. 8ª ed. John Wiley and sons, Inc. USA.
- Gil F. E. y F. Vázquez G. 1997. Balanceo de Ecuaciones Químicas. AGT Editor S.A. México.
- Gillespie R.J., N Colin , D.A. Humphreys & E.A. Robinson. 1990. Química. Editorial Reverté. Barcelona, España.
- Harris C. H. & Harris, D. C. 2002. Quantitative Chemical Analysis. Worth Publishersinc. USA.
- Ander P. y Sonnessa.A. I. 2000. Principios de Química. Limusa, México.
- Hein M. and S. Arena. 1997. Fundamentos de Química . 9ª ed. Internacional Thompson Editores. México.
- Hill J. W. And R. Petrucci. 1996. General Chemistry. Prentice Hall. USA.
- Joesten, Johnston, Netterwille y Wood, 1991. World of chemistry. U.S.A.: Saunders College Publishing.
- Mahan B.H. 1992. Química. Curso Universitario. Adison-Wesley. México.
- Malone J.L. 1997. Basic Concepts of Chemistry. John Wiley & Sons Inc. 5th Ed. New York USA.
- Masterton W. And C. Hurley .1997. Chemistry Principles and Reactions. 3ª ed. Saunders College Publishing. USA.
- Masterton W. Slowinshki J. E. Stanitski L. C : 1991. Química General Superior. 6ª. ed. Mc Graw Hill. México.
- Mc Murray J.R, and R. Fay. 1995. Chemistry . Prentice Hall. USA.
- Moody B. 1991. Comparative Inorganic Chemistry . Third. Edition. Edward. Arnold. Londres.
- Moreno Esparza R. 2001. Química General. //eros.pquim.unam.mx/moreno/. Pag. Web
- Mortimer, Ch. E., 1983, Química, Grupo Editorial Iberoamérica, México, D. F.
- Olmsted J. Williams. G. 1999. Chemistry. The Molecular Science. Mosby. USA.
- Pérez Juárez, A., 1992. Química. Curso programático. México: Alfaomega.
- Rayner- Canham. 2000. Descriptive Inorganic Chemistry. 2ª ed. Freeman. USA.
- Reger D., Goode S. and E. Mercer. 1997. Chemistry. Principles and Practice. Saunders College Publishing. 2ª ed. USA.
- Rivas M, J, P.Tomasini, G.Rosales, P.Fuentes, E. Gil. F. VÁzquez , E.Loyo, J.R. Verde, C.Hidalgo, J.L Islas, R.Arias, A.Reyna y J. Ponce.1989. Material Didáctico del Laboratorio de Ciencia Básica I. Escuela Nacional de Estudios Profesionales "Zaragoza". Universidad Nacional. Autónoma. de México. 357 p.
- Roldán. F. 2002. /perso.wanadoo.es/frq/estequiometria/indice.htm. Pág. Web

Romo V. A. 2000. Química, universo, tierra y vida Fondo de Cultura Económica. Serie La Ciencia para Todos. México.

Rosenberg. J.L. 1991. Química General. Mc Graw Hill. México.

Rusell J.B. 1992. General Chemistry. Mc Graw Hill. México.

Sackheim G.I. 1989. Chemical Calculations Series A and B. Stipes Publishing Co. Champaign Illinois, USA.

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

Selva T. 2000. De la Alquimia a la Química. Fondo de Cultura Económica. Ilce. México.

Sherman A. and Sherman S.J. 1999. Chemistry and Our Changing World. 4th ed. Prentice Hall. New Jersey. USA.

Shriver Atkins. 1999. Inorganic Chemistry. 3^a ed. Freeman. USA.

Skoog, D. A., West, D. M., 1995, Química Analítica, 6a. Edición, McGraw-Hill, México.

Slabaugh M. and Seager. S.L. 1988. Chemistry. An Introduction. West Publishing Co. USA.

Snyder C. H. 1995. TheExtraordinary Chemistry of Ordinary Things. 2^a ed. USA.

Stroker, H. 1989., Chemistry. A science for today..: McMillan Publishing Company. U.S.A

Vázquez, G. F., Gil, F., 1992, Concentración de soluciones (molaridad, normalidad y molalidad, A. G. T. Editor, S. A., México, D. F.

Villarreal , J. Butruille y J. Rivas. 1993. ESTEQUIOMETRÍA. Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior / Editorial Trillas. 96 p.

Whittaker R. M. 1990. Química General. CECSA. México.

EXPERIMENTO 4

LAS DISOLUCIONES Y SU CONCENTRACIÓN

INTRODUCCIÓN

El agua es el líquido que se encuentra de manera natural en nuestro ambiente, sus propiedades le confieren características únicas que la sitúan como el disolvente universal. El agua en sus diversas fuentes de abastecimiento contiene muchas sustancias disueltas, como gases, minerales, desechos, etc., como consecuencia de los lugares por los que ha atravesado.

Para abordar con claridad el tema de disoluciones es importante mencionar que cuando dos o más sustancias se combinan conservando sus propiedades individuales estamos hablando de una **mezcla**, que es **homogénea** cuando sus características macroscópicas son iguales en toda su masa y **heterogénea** cuando su apariencia a simple vista no es uniforme.

Así cuando se combinan dos compuestos como la sal y el agua se forma una disolución de cristales, separándose en partículas tan pequeñas no perceptibles a simple vista formando una mezcla homogénea. Las disoluciones más comunes son las que están constituidas por dos componentes, o disoluciones binarias, generalmente el estado físico de la disolución es el mismo que la del **disolvente** o sustancia que se encuentra en mayor proporción, donde se halla dispersa otra sustancia en menor proporción a la que se llama **soluto**.

Una disolución que contiene tanto soluto disuelto como puede tener el disolvente se considera una **disolución saturada**, lo cual sucede al estar en contacto con soluto sin disolver, existiendo un equilibrio dinámico entre el soluto disuelto y el no disuelto, a una temperatura determinada. Cuando se tiene una mayor cantidad de soluto que la correspondiente al equilibrio antes señalado, se hablará de **disolución sobresaturada**, esta se formará al enfriar una disolución saturada cuyo soluto sea menos soluble al disminuir la temperatura.

En los sistemas naturales existen muchas sustancias disueltas en bajas concentraciones que permiten hacer uso del agua en cualquier actividad, sin embargo cuando estas concentraciones aumentan pueden limitar su uso e inclusive ser perjudiciales. Por lo tanto, la concentración en que se encuentran las sustancias en sistemas naturales o artificiales es parte de nuestra vida diaria.

OBJETIVO

Aprender a preparar disoluciones de diferentes tipos de concentración y valorar una disolución de concentración desconocida.

COMPONENTES

Teóricos: soluto, disolvente, tipos de disoluciones y su concentración: saturadas, concentradas, diluidas, de relación numérica, molares, normales y molales.

Sustancia pura y con cierto grado de pureza, mol, número de oxidación, reducción, peso equivalente, patrón primario, disolución patrón, ácido, base, normalización, interpretación de curvas de titulación.

Técnicos: Registro de datos experimentales en la bitácora. Uso correcto del equipo de seguridad de laboratorio, mufla, estufa eléctrica, balanza analítica y desecador. Aplicación de técnicas volumétricas Manejo adecuado del material volumétrico, de ácidos y bases.

Metodológicos: búsqueda de información sobre los diferentes tipos de disoluciones, selección de la técnica mas adecuada par su estandarización. Realización de cálculos estequiométricos, explicar la importancia de cuantificar la concentración de una disolución y selección del indicador mas adecuado.

REQUISITOS

Manejo de nomenclatura química y cálculos estequiométricos.
Manejo de balanza analítica, mufla, estufa y desecador.

ACTIVIDADES

Revisar las diferencias entre disolución saturada, concentrada, diluida, porcentual, de relación numérica, molar, normal y molal.

Revisión bibliográfica del fundamento y ejecución de las técnicas para:

Preparación de soluciones

Titulación por volumen y por pesadas

Indagar las propiedades: físicas, químicas y tóxicas de los compuestos a utilizar.

Realizar cálculos para la preparación de disoluciones: porcentuales, de relación numérica, molares, normales y molales.

Desarrollar habilidades y destrezas para el uso adecuado del material volumétrico, equipo e instrumentos de medición.

Escribir correctamente la reacción que se llevará a cabo y balancearla.

Establecer las relaciones molares y normales de los reactantes.

Elegir el indicador adecuado e el procedimiento para preparar su disolución

Preparar las soluciones a emplear en la reacción.

Integrar la información anterior y elaborar un plan de trabajo de acuerdo al método científico.

Realizar el experimento una vez aprobado el plan de trabajo.

Discutir en grupo los resultados generados con base en los objetivos.

Presentar el informe correspondiente de acuerdo a lo establecido en la Unidad I.

REFERENCIAS

Ayres, G. H. 2000. Análisis Químico Cuantitativo, Harla, México.

Brown H. W. and Rogers E. P. 1993. Química, La ciencia central. 5ª. ed. Prentice Hall Hispanoamericana. México.

Chamizo j. A. 2000. Química terrestre. Fondo de Cultura económica. Serie La Ciencia para todos. ILCE. México.

Cotton p and Wilkinson.1999. Química Inorgánica Avanzada. 4 ed.De. Limusa.

Cox P.A. 2000. Instant Notes. Inorganic Chemistry. Bios Springer. New York. USA.

De Levie. R. 1999. Aqueous acid- base equilibria and titrations. Oxford. Chemistry primers. 91 p. ed. York.USA.

Harris, C. H. & Harris, D. C. 2002. Quantitative Chemical Analysis. Worth Publishersinc. USA. Ander P. y Sonnessa.A. I. 2000. Principios de Química. Limusa, México.

Hein. M. and S. Arena. 1997. Fundamentos de Química . 9ª ed. Internacional Thompson Editores. México.

Hill J. W. And R. Petrucci. 1996. General Chemistry. Prentice Hall. USA.

Malone L.J. 1997. Basic Concepts of Chemistry. Wiley. 5ª. ed. USA.

Masterton W. And C. Hurley .1997. Chemistry Principles and Reactions. 3ª ed. Saunders College Publishing. USA.

Moody B. 1991. Comparative Inorganic Chemistry . Third. Edition. Edward. Arnold. Londres.

Pimentel G.R. Spratley. 1978. Química Razonada. De. Reverté Barcelona, España.

Rayner- Canham. 2000. Descriptive Inorganic Chemistry. 2ª ed. Freeman. USA.

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

Romo V. A. 2000. Química, universo, tierra y vida Fondo de Cultura Económica. Serie La Ciencia para Todos. México.

Sackheim G.I. 1989. Chemical Calculations Series A and B. Stipes Publishing Co. Champaing Illinois, USA.

Selva T. 2000. De la Alquimia a la Química. Fondo de Cultura Económica. Ilce. México.

Sherman A. and Sherman S.J. 1999. Chemistry and Our Changing World. 4th ed. Prentice Hall. New Jersey. USA.

Shriver Atkins. 1999. Inorganic Chemistry. 3ª ed. Freeman. USA.

Snyder C. H. 1995. The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things. 2ª ed. USA.

Stroker S.H., Walker B. E. 1988. Fundamentals of Chemistry General, Organic and Biological. Allyn and Bacon, Inc Boston.

Stroker, H. 1989., Chemistry. A science for today..: McMillan Publishing Company. U.S.A

Vázquez G. F., Gil. F.E. 1992. Concentración de Soluciones. De. AGT. México.

EXPERIMENTO 5^a

OBTENCIÓN DE UN COMPUESTO A PARTIR DE UN MINERAL O UN DESECHO INDUSTRIAL (Sulfato de Cobre II pentahidratado, alumbre, Carbonato de calcio y cloruro de fierro III)

INTRODUCCIÓN

La cantidad de materia presente en un sistema se debe mantener constante de acuerdo con la Ley de la Conservación transformándose de forma continua denotando cambios físicos en donde se modifica la forma en que esta materia se encuentra pero mantiene su composición y cambios químicos donde las sustancias iniciales (reactivos o materia prima) son transformadas en sustancias diferentes, con base en las Leyes que fundamental la estequiometría.

A través de los siglos los seres humanos han fabricado utensilios y herramientas para facilitar sus actividades con materiales disponibles como la piedra, la madera, las fibras de origen natural y los metales al descubrir que estos podían ser obtenidos al usar el fuego para transformar las rocas en materiales de alta resistencia. El hierro, el aluminio y el calcio son metales abundantes en la naturaleza y susceptibles de ser utilizados y reutilizados, conocer la cantidad o porcentaje de metal que conforma una mena es decisivo para determinar su tipo de explotación, en función de costo y viabilidad, considerándose aquí nuevamente la importancia de la estequiometría con la finalidad de evitar desperdicios que eleven los insumos por extracción y manufactura por un lado y por otro evitar el impacto negativo al ambiente

De la misma manera las actividades de caracterización, conservación y restauración en ambientes naturales requieren de la cuantificación de las especies químicas involucradas para proponer el manejo adecuado para su regulación o mitigación.

OBJETIVO

Aplicar la estequiometría y sus leyes en la obtención de un compuesto conocido a partir de un mineral, un metal o desecho industrial

COMPONENTES

Teóricos: Reactivo limitante y en exceso, rendimiento de una reacción, precipitación, digestión, balanceo de ecuaciones químicas, leyes ponderales de las reacciones químicas (conservación de la materia, proporciones equivalentes, proporción constante, volúmenes de combinación)

Técnicos: Uso de bitácora. Preparación de las sustancias en función de las cantidades requeridas. Empleo de: campana de seguridad mufla, estufa, desecador, balanza analítica, material de vidrio. Disolución de la muestra, precipitación, digestión, filtración, lavado, secado y calcinación. Cristalización.

Metodológicos: selección del sistema de estudio, uso de las fuentes de información para conocer las leyes estequiométricas y aplicar los cálculos estequiométricos e

inducir que leyes ponderales se cumplen en la obtención de un compuesto que ha sufrido varias transformaciones.

REQUISITOS

Concepto de roca, mineral, mol, normalidad, molaridad, molalidad, disolución, número de oxidación, oxidación, reducción, nomenclatura química, cálculos estequiométricos.

ACTIVIDADES

Realizar cálculos para preparar disoluciones de distinta concentración.

Indagar las propiedades físicas, químicas y tóxicas de las sustancias involucradas en las reacciones que se llevarán a cabo en el experimento

Revisión bibliográfica del fundamento y ejecución de las técnicas :

Extracción de metales a partir de un mineral

Formación de precipitados

Condiciones de precipitación

Digestión de precipitados

Purificación de precipitados

Lavado y filtración de precipitados

Secado y Calcinación de precipitados

Cristalización

Escribir correctamente las ecuaciones de las reacciones que se llevarán a cabo y balancearlas

Establecer las relaciones molares y normales de los reactivos

Realizar los cálculos estequiométricos necesarios

Preparar las soluciones a utilizar en cada reacción

Integrar la información anterior y presentar un plan de trabajo de acuerdo a la Unidad I.

Realizar el experimento una vez aprobado el proyecto

Discutir en grupo los resultados generados con base en los objetivos.

Presentar el informe correspondiente de acuerdo a lo establecido en la Unidad I

REFERENCIAS

Allinger N., Cava M., De Jongh, D. Johndon, C. Lebel, N. Stevens. 1984. Química Orgánica, 2ª ed. Reverté, Madrid, España.

Ander P. y Sonnessa.A. I. 2000. Principios de Química. Limusa, México.

Bermejo F., Bermejo A., Paz C., Paz A. 1995. Química General. Paraninfo, Madrid, España.

Brown H. W. and Rogers E. P. 1993. Química, La ciencia central. 5ª. ed. Prentice Hall Hispanoamericana. México.

Chang. R. 1992. Química. 4ª ed. Mc. Graw Hill. México.

Cotton p and Wilkinson.1999. Química Inorgánica Avanzada. 4 ed.De. Limusa.

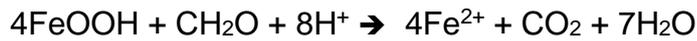
Cox P.A. 2000. Instant Notes. Inorganic Chemistry. Bios Springer. New York. USA.

Day, J. R., Underwood A.,1989, Química Analítica Cuantitativa, 5a. Edición, Prentice-Hall Hispanoamericana, S,A., México.

Harris, D. C., 2001, Análisis Químico Cuantitativo, 2ª Edición, Editorial Reverté, Barcelona.

Hein. M. and S. Arena. 1997. Fundamentos de Química . 9ª ed. Internacional Thompson Editores. México.

Hill J. W. And R. Petrucci. 1996. General Chemistry. Prentice Hall. USA.
Malone L.J. 1997. Basic Concepts of Chemistry. Wiley. 5^a. ed. USA.
Masterton W. And C. Hurley .1997. Chemistry Principles and Reactions. 3^a ed.
Saunders College Publishing. USA.
Masterton W. Slowinshki J. E. Stanitski L. C : 1990. Quimica General Superior. 6^a.
ed. Mc Graw Hill. México.
Mc Murray J.R, and R. Fay. 1995. Chemistry . Prentice Hall. USA.
Olmsted J. Williams. G. 1999. Chemistry. The Molecular Science. Mosby. USA.
Rayner- Canham. 2000. Descriptive Inorganic Chemistry. 2^a ed. Freeman. USA.
Rosenberg. J.L. 1991. Química General. Mc Graw Hill. México.
Rusell J.B. 1992. General Chemistry. Mc Graw Hill. México.
Schmid G.H. 1988. Química Biológica, las Bases Químicas de la vida.
Interamericana-Mc Graw Hill. México.
Sherman A. and Sherman S.J. 1989. Chemistry and Our Changing World. 2th ed.
Prentice Hall. New Jersey. USA.
Shriver Atkins. 1999. Inorganic Chemistry. 3^a ed. Freeman. USA.
Slabaugh M. and Seager. S.L. 1988. Chemistry. An Introduction. West Publishing
Co. USA.
Snyder C. H. 1995. TheExtraordinary Chemistry of Ordinary Things. 2^a ed. USA.
Villarreal, G., Gandarla, A. E., 1983, Estequiometría, Trillas, México.
Whittaker R. M. 1990. Química General. CECSA. México.



Este proceso involucra usualmente la transferencia enzimática de electrones por microorganismos de la biomasa en descomposición al Fe^{2+} .

Minerales de oxihidróxidos de hierro

Ferrihidrita:

- Se forma como cristales muy pequeños, pobremente ordenados.
- Su tamaño pequeño y gran área superficial (200-500 m²/g) hace que esta fase sea altamente reactiva.
- Debido a su alta reactividad, muchos compuestos de importancia en el medio ambiente (por ejemplo: fosfatos, arsenatos, silicatos, orgánicos y metales pesados) son frecuentemente adsorbidos sobre la superficie de estas partículas.
- Aunque termodinámicamente es el óxido de hierro menos estable, puede ser favorecido cinéticamente.
- En medios ambientes superficiales, la ferrihidrita es posiblemente formada por la oxidación rápida e hidrólisis de Fe^{2+} , por ejemplo, cuando las aguas conteniendo Fe^{2+} son transportadas a la superficie.
- La transformación de la ferrihidrita en goetita es espontánea debido a la estabilidad mucho menor de la ferrihidrita.

Goetita

- Termodinámicamente de los más estables óxidos de hierro (junto con la hematita) bajo condiciones aeróbicas.
- Se presenta en casi todos los medios ambientes superficiales.
- Está ampliamente distribuida en sedimentos alrededor del mundo ya sea como el único óxido de hierro o asociada a otros óxidos de hierro como la hematita, maghemita, lepidocrocita y ferrihidrita.

Lepidocrocita

- Aunque menos frecuente que la goetita, la lepidocrocita (un polimorfo de la goetita) está ampliamente distribuida en medios ambientes superficiales, particularmente en sedimentos recientes.
- Se encuentra frecuentemente asociada con la goetita y algunas veces con la ferrihidrita, pero raras veces con la hematita.
- De igual manera que la ferrihidrita, la lepidocrocita, aunque metaestable con respecto a la goetita, se forma en medios ambientes superficiales bajo condiciones que favorecen cinéticamente su formación.
- Puede persistir durante largos períodos de tiempo en los sedimentos porque su transformación a goetita es impedida cinéticamente (por ejemplo, por el Si en solución).

- Concentraciones altas de carbonato impiden la formación de lepidocrocita en favor de la formación de goetita.

Akaganeita y feroxihita

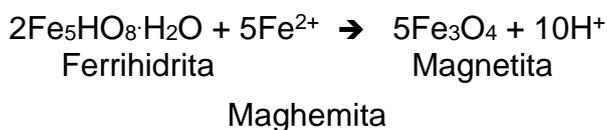
- Minerales raramente encontrados en sedimentos.
- Akaganeita ha sido encontrada en los depósitos de salmuera calientes de la Profundidad Atlantis en el Mar Rojo, en fuentes hidrotermales de composición semejante, y en los depósitos superficiales del volcán de White Island, en Nueva Zelanda.

Hematita

- Formada por el rearreglo estructural y deshidratación de ferrihidritas.
- Usualmente asociada con goetita
- Termodinámicamente de los más estables óxidos de hierro (junto con la goetita) bajo condiciones aeróbicas.

Magnetita ($\text{Fe}^{2+}\text{Fe}_2^{3+}\text{O}_4$)

- Ampliamente distribuida en medios ambientes marinos y terrestres.
- Formada por bacterias magnetotácticas (biomagnetita). Ha sido identificada en sedimentos marinos y límnicos.
- Formada via reacción de ferrihidrita (o cualquier otro óxido de hierro reactivo) con Fe^{2+} disuelto.



- Estructuralmente relacionada con la magnetita aunque tiene la composición de la hematita.

OBJETIVO

El alumno evaluará la participación de las reacciones redox en el proceso de formación de compuestos minerales.

COMPONENTES:

Teóricos: Balanceo de ecuaciones redox, escritura de ecuaciones, procesos de formación de compuestos minerales, rendimiento de reacciones químicas.

Técnicos: Titulaciones redox, manejo de sustancias peligrosas y de material de laboratorio básico, uso de equipo de seguridad. Disolución en soluciones ácidas y con calentamiento

Procesos de: filtración, calcinación, disolución e hidrólisis.

Metodológicos: Selección del sistema de estudio. Uso de fuentes de información para identificar las reacciones que participan en la formación de compuestos a partir de componentes primarios y analizar el rendimiento experimental de las reacciones.

REQUISITOS

Escritura de ecuaciones químicas
Balanceo de ecuaciones químicas
Conocimiento de las Leyes Ponderales
Conocimiento de valoraciones Redox
Composición química de minerales

ACTIVIDADES

Revisión bibliográfica de:

Los principales tipos de reacciones que participan en la formación de compuestos a partir de componentes primarios.

La proporción de hierro en distintos tipos de rocas o suelos.

La composición química y reacciones de formación de la hematita y magnetita.

Reducción del Fe^{3+} a Fe^{2+} en presencia de cloruros estano y mercurio.

Valoración oxido-reducción con permanganato de potasio en presencia de ácido H_2SO_4 y H_3PO_4 .

Eliminación de interferencias. (Silicatos), en presencia de HCl. Involucrando procesos de: filtración, calcinación, disolución, hidrólisis.

Determinar el rendimiento experimental en muestras y en sales ferrosas libres de interferencias.

REFERENCIAS

Harris, Daniel C. 2001. Análisis químico cuantitativo, Reverte, Barcelona.

Hayes JM, Waldbauer JR. 2006. The carbon cycle and associated redox processes through time. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 361(1470).

Villarreal J., Butruille, D. y Rivas, J. 1993. Estequiometría, ANUIES, Editorial Trillas, México.

Wang GM, Zhou LX, Wong JW. 2006. Adsorption of dissolved organic matter in soil and dissolved organic matter effect on the copper precipitation in high pH range *Huan Jing Ke Xue.* 27(4).

Wiesner AD, Katz LE, Chen CC. 2006. The impact of ionic strength and background electrolyte on pH measurements in metal ion adsorption experiments. *J Colloid Interface Sci.*

EXPERIMENTO 5°

SÍNTESIS DE LA MALAQUITA $\text{CuCO}_3\text{Cu}(\text{OH})_2$ A PARTIR DE CARBONATOS Y COMPUESTOS DE COBRE

INTRODUCCIÓN

La química está en nuestro entorno de todos los días. Nos sirve para elaborar, materiales, en favor de nuestros beneficios, nos ayuda a conocer la estructura interna de la materia, para poder transformarla, y así poder investigar los componentes de los materiales y separarlos para su estudio.

Los minerales son sólidos estructuralmente homogéneos de composición química definida, formados inorgánicamente por procesos naturales. Esta definición incluye al hielo, pero excluye al carbón, al petróleo y al gas natural.

En la naturaleza se encuentran minerales muy bonitos, de diferentes composiciones químicas y físicas, simetrías, colores, formas y sistemas de cristalización. Entre estos minerales se encuentra la malaquita.

La malaquita se deriva de la palabra griega "*malache*" que significa malva, por alusión a su color verde. Típicamente se encuentra en la zona de oxidación de los depósitos de cobre, producida por la reacción de sulfuros con gangas de carbonato. Algunas veces ocurre en grandes masas con un núcleo de azurita. También se encuentra diseminada en depósitos de areniscas por aguas meteóricas (lluvia).

Es también un material decorativo muy valioso utilizado en lozas pulidas para mesas pequeñas, cajas y ornamentos. Las columnas magníficas de la Catedral de San Isaac y las fachadas del salón del Palacio de Invierno (Leningrado, Rusia) están hechas de malaquita. En el pasado se trituraba y se utilizaba como un pigmento inorgánico (verde montaña). Es también una veta de cobre y del interés de científicos y colectores.

La malaquita es importante también en la historia de la química. A principios del siglo XVIII existía una controversia acerca de la naturaleza de los compuestos y las mezclas. En esa época, Claude Louis Berthollet (1748-1822) publicó sus hallazgos en relación a la composición variada de los compuestos. Un libro sobre la historia de ese período dice que "desafortunadamente Berthollet sacó conclusiones incorrectas de algunos de sus propios experimentos, manteniendo que la composición de ciertos compuestos podía variar dentro de pequeños límites". Durante ese mismo periodo, otro químico, Louis Joseph Proust (1754-1826) había completado el análisis químico de muestras de malaquita obtenida de varias fuentes naturales. Sus hallazgos mostraron sin duda alguna que la composición de la malaquita era la misma, sin importar su fuente. "Las conclusiones incorrectas de Berthollet fueron notadas rápidamente por Proust, quien, en una serie de investigaciones continuas hasta cerca de 1808, estableció la ley de las proporciones definidas... terminando así con la famosa controversia entre estos dos investigadores. Aún más, otro químico del mismo periodo, Jeremias Benjamin Richter (1762-1807) estaba trabajando sobre el mismo tema y estaba muy al tanto de la controversia acerca de las mezclas y compuestos y en su aclaración. El impacto de la solución de esta controversia en su

propio trabajo se refleja en sus escritos "... la ciencia de la medición de las proporciones cuantitativas... de las masas en las cuales los elementos químicos existen respecto unas con otras (en un compuesto)". Los estudiantes principiantes de la Química estarán interesados en saber que fue Richter quien acuñó el término de "estequiometría".

OBJETIVO

El alumno llevará a cabo la síntesis de un mineral (la malaquita $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$) en el laboratorio, aplicando las leyes de la estequiometría.

COMPONENTES

Teóricos: Importancia y formación de la malaquita, reactivo limitante y en exceso, rendimiento de una reacción, precipitación, digestión, balanceo de ecuaciones químicas, leyes ponderales de las reacciones químicas (conservación de la materia, proporciones equivalentes, proporción constante, volúmenes de combinación)

Técnicos: Uso de bitácora. Preparación de las sustancias en función de las cantidades requeridas. Empleo de: campana de seguridad mufla, estufa, estereoscopio, desecador, balanza analítica, material de vidrio. Disolución de la muestra, precipitación, digestión, filtración, lavado, secado y calcinación. Cristalización.

Metodológicos: Selección del sistema de estudio, uso de las fuentes de información para conocer las leyes estequiométricas y aplicar los cálculos estequiométricos e inducir que leyes ponderales se cumplen en la síntesis de la malaquita.

REQUISITOS

Concepto de roca, mineral, mol, normalidad, molaridad, molalidad, disolución, número de oxidación, oxidación, reducción, nomenclatura química, cálculos estequiométricos.

ACTIVIDADES

Realizar cálculos para preparar disoluciones de distinta concentración.

Indagar las propiedades físicas, químicas y tóxicas de las sustancias involucradas en las reacciones que se llevarán a cabo en el experimento

Revisión bibliográfica del fundamento y ejecución de las técnicas:

- Extracción de metales a partir de un mineral

- Formación de precipitados

- Condiciones de precipitación

- Digestión de precipitados

- Purificación de precipitados

- Lavado y filtración de precipitados

- Secado y Calcinación de precipitados

- Cristalización

Escribir correctamente las ecuaciones de las reacciones que se llevarán a cabo y balancearlas

Establecer las relaciones molares y normales de los reactivos

Realizar los cálculos estequiométricos necesarios
Preparar las soluciones a utilizar en cada reacción
Integrar la información anterior y presentar un plan de trabajo de acuerdo a la Unidad I.
Comparar la formación de la malaquita en la naturaleza y laboratorio.
Realizar el experimento una vez aprobado el proyecto
Discutir en grupo los resultados generados con base en los objetivos.
Presentar el informe correspondiente de acuerdo a lo establecido en la Unidad I

REFERENCIAS:

Benson S.W. 1981, Cálculos Químicos una introducción al uso de las matemáticas en la química. 8th edición, ed. Limusa, México.

Chang, R. 1991. Chemistry. 4^a ed. McGraw-Hill, E.U.A.

Garzón, G. G., 2004. Fundamentos de Química General. Con Manual de Laboratorio. 2^a ed. Mc Graw Hill, México, D.F.

Lopez Ramos E., 1983. Geología General Tomo I, 6^{ta} Edición, Tesis Resendiz, México.

Mahan H.B. 1968. University Chemistry/ Química curso universitario. Ed. Fondo Educativo Interamericano, México.

Prinz, M. G. Harlow y J. Peters (eds.), 1978. Simon and Schuster's Guide to Rocks and Minerals, Fireside by Simon and Schuster, Verona.

Redmore, F.H. 1981. Fundamentos de Química. Prentice-Hall Hispanoamericana. México.

Salinas, L. S. 1922. Catálogo Sistemático de Especies Minerales de México. Boletín del Instituto Geológico de México, No. 40. 288.

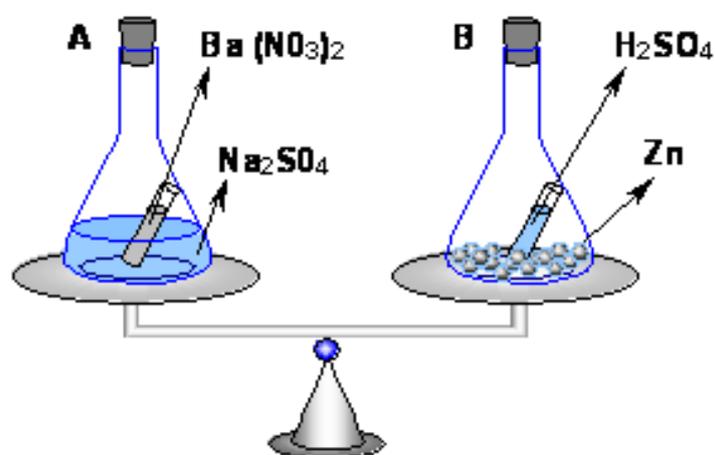
Schmuckler, J.S. y C.J. Snyder, 1975. The preparation and verification of malachite, Chemistry 48(11).

Sorrel, C.A., 1973. A field guide and introduction to the Geology and Chemistry of rocks and minerals. Golden Press, Nueva York.

Whitten, D.G.A. y J.R.V. Brooks, 1983. The Penguin Dictionary of Geology. Penguin Books, Harmondsworth.

UNIDAD IV

EQUILIBRIO QUÍMICO



www.cq.ufam.edu.br/cd_24_05/Estequiometria.html
Fecha de consulta 22 de junio de 2007

OBJETIVO DE LA UNIDAD:

Aplicación y análisis de los conceptos del equilibrio químico, en distintos sistemas químicos y biológicos

EQUILIBRIO QUÍMICO

Introducción

Entre las primeras aportaciones al modelo del equilibrio químico se encuentra la de Etienne Geoffroy (1718), con sus tablas de afinidades para las reacciones entre los ácidos y las bases, la de T Bergman (1775) con sus memorias sobre atracciones electivas y la de CF. Wenzel (1777) con sus lecciones sobre afinidad. Por lo que a estos investigadores se les considera como los precursores de la “Ley de acción de masas”, ya que sus escritos expresaron la influencia de las proporciones relativas de las sustancias reaccionantes sobre el desarrollo del cambio químico.

En forma específica, la ley de acción de masas puede enmarcarse en el año 1803, cuando C. L. Berthollet publicó su “Ensayo de estática química” y en los años 1864-1867, en que C.M. Guldeberg y P. Waage realizaron sus investigaciones.

Berthollet se interesó sobre la afinidad química y reconoció la existencia de las reacciones incompletas, definiéndolas como aquellas en que la reacción principal se limita cuando van apareciendo otros cuerpos, que al combinarse entre ellos pueden llegar a rehacer los originales. También afirmó que algunas reacciones se consideraban completas cuando de alguna manera se evitaba la acumulación de sus productos, por ejemplo cuando éstos eran gases que se desprendían, o bien sustancias insolubles que precipitaban, a lo cual se le llamó regla de Berthollet.

Posteriormente en 1862, Marcellin Berthelot y P de St Pilles realizaron estudios sobre la hidrólisis de ésteres y sus resultados publicados por Moore W.J., (1) en el año de 1864 pusieron de manifiesto la similitud de la relación entre las concentraciones que ellos calcularon y la que actualmente se denomina constante de equilibrio, estos autores también demostraron que el valor de esta constante también se cumple, sin importar la vía en que se alcance el equilibrio.

Para el año de 1863 P. Waage y C.M. Guldberg retomaron los resultados de Berthelot y de Pilles para expresar las relaciones en forma general y aplicaron los resultados al problema del equilibrio químico. Entre las contribuciones más importantes de estos químicos se encuentra el haber definido “la masa activa” e identificarla con la concentración molar, así como el haber reconocido que la afinidad química es influida por dos factores como es la concentración y el otro que podría llamarse “afinidad específica”, que dependía de las condiciones de temperatura y presión y de la naturaleza química de las especies.

Muchas otras investigaciones en el ámbito de la cinética y de la estática transcurrieron durante el siglo XIX, conduciendo al planteamiento de la ley de acción de masas, así como la revisión de los conceptos de reversibilidad y espontaneidad. Una vez que se admitió la existencia de un equilibrio químico, se procedió al análisis de los factores que lo modificaban, así como a los parámetros que influían en el desplazamiento de dicho equilibrio.

Finalmente se llegó a la concepción de la ley del equilibrio químico con las restricciones a que tiene lugar, actualmente esta ley permite explicar, optimizar y predecir reacciones químicas, considerándose como una herramienta útil en diversas disciplinas.

La termodinámica y los sistemas en equilibrio y no-equilibrio. [B1]

La termodinámica clásica analiza la interconversión de energía para sistemas en equilibrio y proporciona un conjunto de variables que describen la dirección del cambio. Los sistemas pueden exhibir dos diferentes tipos de comportamiento: a) la tendencia hacia un máximo desorden ó, b) la aparición espontánea de un alto grado de organización en espacio tiempo y/o función.

El mejor ejemplo de estos últimos son los sistemas disipadores en condiciones de no equilibrio tales como los sistemas vivos (2), los cuales crecen y se desarrollan, requieren de energía externa para mantener estructuras organizadas con capacidad para la reproducción y poder sobrevivir en condiciones de cambio (3).

Para mantener un estado de organización se requiere de un número de reacciones metabólicas acopladas y procesos de transporte con mecanismos que determinen la tasa y proceso de vida. (4-7)

Las células vivas son sistemas abiertos que intercambian materia con el medio ambiente. Aunque puede parecer que la concentración de los componentes químicos de las células es estacionaria, estos últimos no se encuentran normalmente en un verdadero equilibrio termodinámico, sino más bien en un estado estacionario dinámico en el cual la velocidad de formación de un componente dado está exactamente contrarrestada por una velocidad igual de descomposición. Otra particularidad importante de los organismos vivos es que aumentan la entropía del universo siendo las transformaciones que en ellos tienen lugar irreversibles. Las células vivas son, pues, sistemas abiertos de evolución irreversible que se encuentran en un estado estacionario dinámico.

Muchos procesos físicos y biológicos ocurren en sistemas abiertos en condiciones de no equilibrio, con cambios irreversibles, tales como el transporte de materia, energía y electricidad, conducción nerviosa, contracción de músculos y fenómenos complejos acoplados. Los modelos estadísticos y las ecuaciones cinéticas han permitido describir dichos procesos satisfactoriamente, sin embargo ha sido argumentado que estos procedimientos algunas veces requieren información más detallada que no siempre se encuentra disponible (6-9).

Sin embargo a partir de los trabajos de Onsager, Prigogine and Schrödinger surge un acercamiento a la termodinámica del no-equilibrio para remplazar las desigualdades de la termodinámica clásica, a fin de describir cuantitativamente los procesos biológicos (2,4,5,10-19).

Así mismo existen un gran número de leyes que describen procesos irreversibles en forma de proporcionalidades, tales como la Ley de Fick donde se relaciona el flujo de una sustancia y su gradiente de concentración, o la ley de acción de masas entre la velocidad de reacción y las concentraciones químicas. De esta forma si dos o más fenómenos ocurren simultáneamente en un sistema, ellos pueden acoplarse y producir nuevos efectos tales como facilitar y activar el transporte en sistemas biológicos.

Por ejemplo, en el transporte activo un substrato puede ser transportado en contra de la dirección impuesta por su gradiente de potencial electroquímico, si este acoplamiento no se lleva a cabo, dicho transporte cuesta arriba, podría estar en violación de la segunda ley de la termodinámica, sin embargo explicado por la teoría de la termodinámica del no equilibrio, la disipación debida tanto a la difusión o reacción química puede ser negativa, pero solo si estos dos procesos están acoplados en un medio anisotrópico y producen una disipación total positiva.

Podemos decir entonces que muchos sistemas físicos y biológicos operan lejos de la termodinámica del equilibrio. La distancia del equilibrio distingue entre dos importantes estados termodinámicos de no equilibrio.

- i) El sistema se encuentra en un estado cercano al equilibrio y las formulaciones termodinámicas de no equilibrio con los acercamientos fenomenológicos proporcionan las ecuaciones de trabajo para acoplar procesos irreversibles.
- ii) La distancia sobrepasa un valor crítico después del cual el sistema puede exhibir estados estructurados mantenidos únicamente con un aporte constante de energía.

Así la termodinámica del no equilibrio ha sido usada en las cinco últimas décadas por diversas disciplinas, como la bioenergética, de manera particular en el transporte de membranas para describir la conversión de energía y el acoplamiento entre reacciones químicas y flujos difusionales (19-22).

El equilibrio químico en los sistemas biológicos

Hablar de equilibrio químico implica considerar distintos procesos que abarcan desde la predicción del desplazamiento de la posición de equilibrio en una reacción química cuando se hacen variar los parámetros que la alteran, hasta aquellos electrofisiológicos y neuroquímicos que ocurren en la corteza cerebral durante el sueño o la esquizofrenia (23).

Sin embargo escapa de la finalidad de este escrito la descripción detallada de los distintos procesos en donde se pueden analizar los principios del equilibrio, por lo que sólo serán presentados de manera general algunos ejemplos.

El sistema $\text{CO}_2/ [\text{H}^+]$

El principio general de autorregulación del medio interno celular, independientemente del medio externo es aplicado al equilibrio $\text{CO}_2/ [\text{H}^+]$ a una temperatura corporal dada (24). En los sistemas celulares existe un equilibrio entre la concentración de bióxido de carbono y la cantidad de protones presentes en el medio interno celular, ($\text{CO}_2/ [\text{H}^+]$ en este sentido podríamos preguntarnos cómo las células logran mantener constante esta relación; pues bien, en los organismos multicelulares existen dos conjuntos diferentes de detectores que se encuentran localizados en los sistemas periférico y central. Los quimiorreceptores periféricos se encuentran en las aortas y carótidas, es decir residen fuera del sistema nervioso central, mientras que los quimiorreceptores centrales residen en linajes cerebrales. En el cuerpo, las funciones del CO_2 y del H^+ están íntimamente conectadas, es decir se encuentran en equilibrio químico. El CO_2 como gas es una función de la respiración, al nivel del mar la presión del CO_2 alveolar/arterial en el hombre está cercanamente constante a 40 torr, debido a que el bióxido de carbono producido es eliminado por la respiración. En altitudes altas, la respiración se ve estimulada debido a la baja presión de oxígeno, y la presión de CO_2 alveolar/arterial disminuye así como la concentración arterial de $[\text{H}^+]$, pero finalmente la concentración arterial de H^+ comienza a ser constante a 40 nmol l^{-1} por la interacción reguladora entre los sistemas respiratorio y renal.

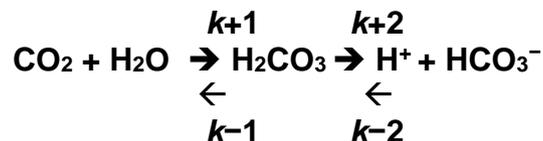
El monitoreo del CO₂ principalmente ocurre en los quimiorreceptores centrales, particularmente en las neuronas y neurofilamentos mientras que el del O₂ toma lugar en los quimiorreceptores periféricos, así mismo tanto el CO₂ como el O₂ son monitoreados en las vesículas sanguíneas.

El equilibrio CO₂/ [H⁺]

El CO₂ es un producto del metabolismo oxidativo en plantas y animales, y de la combustión con el oxígeno en el medio ambiente. La disponibilidad del bióxido de carbono es necesaria para proporcionar un sustrato para los componentes bioquímicos en los organismos vivos. Por ejemplo la velocidad de crecimiento de plantas y árboles se encuentra limitada por bajas concentraciones de CO₂ en el aire. Sin embargo éste, realmente es HCO₃⁻ y no CO₂, el cual es empleado en la mitocondria como sustrato en importantes reacciones bioquímicas.

El CO₂ experimenta dos tipos de reacciones pertinentes al control respiratorio en animales. La formación y el transporte de H⁺ y la estimulación del metabolismo. El H⁺ puede ser producido por hidratación reversible del CO₂ y por formación de carbamatos.

La hidratación reversible es demostrada por el siguiente equilibrio.



Ecuación..... 1

Donde: **k+1** y **k-1** son las constantes de velocidad de reacción de hidratación y deshidratación, respectivamente en s⁻¹. A 37° C en solución salina fisiológica, La **k+1**= 0.18 y la **k-1**= 64 s⁻¹. (25)

Las constantes **k+2** y **k-2** son constantes de velocidad de reacción de ionización y protonación del ácido carbónico alrededor de 4.7×10¹⁰M⁻¹ s⁻¹ y 8 × 10⁶ s⁻¹ (26) en s⁻¹ y M⁻¹ s⁻¹, respectivamente.

La segunda reacción del equilibrio es instantánea en condiciones fisiológicas y siempre puede ser considerada en equilibrio, por lo tanto puede ser representada por una constante de equilibrio de ionización de la siguiente forma.

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$$

Donde $K_a = 3.4 \times 10^{-4} \text{M}$

De igual forma en el equilibrio químico la ecuación 1 puede expresarse como

$$K' = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]}$$

$$\frac{[\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{CO}_2]} = \frac{k_1}{k_{-1}}$$

La K' no es una constante de equilibrio propiamente, pero abarca las dos reacciones.

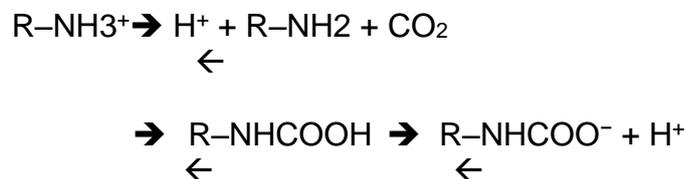
La velocidad de hidratación y deshidratación del $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$ es regulada por la anhidraza carbónica, enzima con un peso molecular de 30,000 Da, capaz de acelerar de 500.000 a 1000000 veces dicha velocidad. La anhidraza carbónica es ubicua y se encuentra en varios tejidos a distintas concentraciones (27).

Sin embargo su función más importante y crítica es acelerar la hidratación/deshidratación del $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$ de los capilares sanguíneos en la periferia y en los pulmones, haciendo posible la rápida eliminación del CO_2 .

Hasta hoy, han sido encontradas 13 isoenzimas en animales y plantas, algunas de ellas de linajes muy antiguos, lo cual indica que son enzimas que estuvieron presentes en el desarrollo de la vida sobre la tierra.

Las células rojas humanas normalmente tienen dos isoenzimas la anhidraza carbónica I (ACI) y la anhidraza carbónica II (ACII), cuya concentración es de $120\mu\text{M}$ y $20\mu\text{M}$ respectivamente, aún cuando la (ACII) se encuentra en menor concentración es mucho más activa ya que su acción catalítica en las células rojas es muy importante.

Otra posible fuente de H^+ a partir del CO_2 es su reacción con grupos $-\text{NH}_2$ de las proteínas para formar carbamatos de acuerdo a la siguiente ecuación.



Donde R, es una proteína o un aminoácido.

En las reacciones anteriores existen tres pasos en donde se aplican los principios del equilibrio químico. El primero es la ionización del grupo amino, en donde se presenta la siguiente constante de equilibrio.

$$K_z = \frac{[\text{R-NH}_2][\text{H}^+]}{[\text{R-NH}_3^+]}$$

El segundo es la reacción reversible para formar carbamatos.

$$K_c = \frac{[\text{R-NHCOO}^-][\text{H}^+]}{[\text{R-NH}_2][\text{CO}_2]}$$

La tercera reacción, la ionización de carbamatos tiene un $\text{pK} < 6.0$, por lo que a pH fisiológicos el carbamato esta siempre ionizado, dicha reacción es incluida en K_c .

La reacción del carbamato es muy rápida, presentando una velocidad 100 veces mayor que la velocidad de hidratación no catalizada del CO₂, con una vida media menor a 0.1 s, bajo condiciones normales en sangre y tejidos (28).

La cantidad de H⁺ que pueden ser producidos por la reacción del CO₂ con grupos amino es mucho menor que aquella producida por su hidratación.

El número total de H⁺ formados a partir de los carbamatos está limitado por la concentración de grupos amino no cargados presentes en las proteínas. Comparativamente el total de H⁺ formados por hidratación se encuentra limitada por la acumulación de HCO₃⁻, la reacción es detenida cuando H⁺[HCO₃⁻] comienza a equilibrarse con la concentración del CO₂.

Independientemente de los mecanismos por los cuales los H⁺ son producidos a partir del CO₂, el incremento en su concentración puede ser disminuida por la acción de buffers, de esta forma los procesos que participan en su regulación están gobernados por los principios del equilibrio químico.

Finalmente puede considerarse que la regulación de equilibrio CO₂/ [H⁺] tiene grandes repercusiones en los sistemas vivos. Por ejemplo, en las mitocondrias de hígado el HCO₃⁻ participa en 3 rutas metabólicas: a) en la formación del carbomoiil fosfato en la producción de urea, b) en la formación del oxalacetato a partir de piruvato en la gluconeogénesis, y c) en la formación de malonil coenzima A en la producción de ácidos grasos (29), de acuerdo a las siguientes ecuaciones.



La formación de hueso un proceso reversible



Los huesos son un tejido conectivo que consta principalmente de una matriz extracelular mineralizada y de células especializadas como los osteoblastos, osteocitos y osteoclastos. El componente estructural de la fase orgánica son fibras de colágena tipo I, las cuales comprenden alrededor del 90% de la proteína del hueso; la fase inorgánica consta de finos cristales del mineral alcalino hidroxapatita Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂ (30).

El cuerpo humano adulto contiene aproximadamente 1200 gramos de calcio, de los cuales el 99% se encuentra depositado en los huesos, y una pequeña parte esta en el plasma sanguíneo y en el líquido intersticial. Aproximadamente la mitad del calcio plasmático está ionizado y el resto se encuentra combinado con proteínas plasmáticas, el calcio ionizado, difunde en el líquido intersticial y participa en

diversas reacciones químicas. Una de estas reacciones es la que ocurre entre los iones calcio y el fosfato para formar fosfato de calcio un compuesto ligeramente soluble.



En el proceso de formación de huesos los osteoblastos secretan sustancias proteínicas que se polimerizan para formar fibras de colágena lo que conduce a la formación de la matriz proteica, posteriormente las sales de calcio serán depositadas en dicha matriz formándose el hueso. El depósito de las sales de calcio se lleva a cabo en dos etapas, la primera de ellas consiste de la formación de fosfato de calcio (reacción1), posteriormente el CaHPO_4 es transformado lentamente en hidroxiapatita.

En los líquidos extracelulares las concentraciones de calcio y fosfato no son suficientes para que se lleve a cabo la precipitación del fosfato de calcio y se considera que las fibras de colágena tienen afinidad por el CaHPO_4 produciéndose así un depósito de cristales, aún cuando la concentración iónica sea menor que el producto de solubilidad (K_{ps})

Por otro lado en el proceso de resorción ósea, se considera que los osteoclastos participan secretando enzimas o ciertas sustancias que pueden digerir la matriz proteica y disuelven las sales óseas, de tal forma que son absorbidas hacia líquidos vecinos.

Por lo tanto debe existir un equilibrio entre los procesos de depósito y resorción de los huesos para mantener la fortaleza de los mismos, de no ser así se presentarían procesos patológicos, de tal forma que los huesos se vuelven frágiles y se rompen con facilidad.

REFERENCIAS

Arnett T. 2003 Regulation of bone cell function by acid-base balance. Proc Nutr Soc 62(2)

Bisch, P.M., 1993. Nonequilibrium thermodynamics of biological systems, Braz. J. Med. Biol. Res. 26.

Caplan, S.R., Essig, A. 1983. Bioenergetics and Linear Nonequilibrium Thermodynamics, the Steady State, Harvard University Press, Cambridge. USA.

De Groot, S.R., 1966. Thermodynamics of Irreversible Processes, North-Holland Publishing Company, Amsterdam.

Dodgson, S. J., Forster II, R. E., & Storey, B. T. 1984. The role of carbonic anhydrase in hepatocyte metabolism. Annals of New York Academy of Sciences, 425.

Eigen, M., & DeMaeyer, L. 1963. Relaxation methods. In S. L. Friess, E. S. Lewis, A. Weissberger (Eds.), Investigation of rates and mechanisms of reactions). New York: Interscience.

Eu, B.C., 1992. Kinetic Theory and Irreversible Thermodynamics, Wiley, New York. USA

Evans, D.J., Morris, G.P. 1990. Statistical Mechanics of Nonequilibrium Liquids, Academic Press, London. UK.

Forster, R. E. 1993. Carbonic anhydrase and the carotid body. In P. G. Data, H. Acker, S. Lahiri (Eds.), Neurobiology and cell physiology of chemoreception. Advances in experimental medicine and biology (Vol. 337).

Gottesmann C. 2006. Dreaming and schizophrenia: a common Neurobiological background Med Sci (Paris) Feb; 22(2)

Gros, G., Forster, R. E., & Lin, L. 1976. The carbamate reaction of glycyglycime, plasma and tissue extracts evaluated by a pH stopped flow apparatus. Journal of Biochemistry.

Itada, N., & Forster, R. E. 1977. Carbonic anhydrase activity in intact red blood cells measured with ^{18}O exchange. Journal of Biological Chemistry, 252.

Katchalsky, A., Curran, P.F., 1967. Nonequilibrium Thermodynamics in Biophysics, Harvard University Press, Cambridge.

Keizer, J. 1987. Statistical Thermodynamics of Nonequilibrium Processes, Springer, New York. USA.

Kondepudi, D., Prigogine, I. 1999. Modern Thermodynamics, From Heat Engines to Dissipative Structures, Wiley, New York. USA.

Moore W.J., 1964. Physical Chemistry, Prentice Hall. USA.

Peusner, L. 1983. Hierarchies of irreversible energy-conversion systems a network thermodynamic approach. 1. Linear steady-state without storage, J. Theor. Biol. 102.

Prigogine, I. 1967. Introduction to Thermodynamics of Irreversible Processes, Wiley, New York. USA.

Reeves, R. B., & Rahn, H. 1979. Patterns in vertebrate acid–base regulation. In S. C. Woods, C. Lenfant (Eds.), Evolution of respiratory processes. Lung biology in health and disease (Vol.13,).

Rigoulet, M., Devin, A., Espie, P., et al., 1998. Flux–force relationships in intact cells: a helpful tool for understanding the mechanism of oxidative phosphorylation alterations. Biochim. Biophys. Acta 1365.

Rottenberg, H., 1979. Nonequilibrium thermodynamics of energy conversion in bioenergetics, Biochim. Biophys. Acta 549.

Ruelle, D.P. 2003. Extending the definition of entropy to nonequilibrium steady states, *Proc. Natl. Acad. Sci.* 100. U. S. A.

Stockar, U., Liu, J.S., 1999. Does microbial life always feed on negative entropy? Thermodynamic analysis of microbial growth, *Biochim. Biophys. Acta* 1412.

Toussaint, O., Schenider, E.D., 1998 The thermodynamic and evolution of complexity in biological systems, *Comp. Biochem. Physiol. A* 120.

Turner, J.S. 1979. Nonequilibrium thermodynamics, dissipative structures, and self organization: some implications for biomedical research, in: G.P. Scott, J.M. McMillin (Eds.), *Dissipative Structures and Spatiotemporal Organization Studies in Biomedical Research*, Iowa State University Press, Ames. USA.

Westerhoff, H.V. 1982. Should irreversible thermodynamics be applied to metabolic systems yes-kinetics alone are impracticable, *Trends Biochem. Sci.* 7.

Westerhoff, H.V., Jensen, P.R., Snoep, J.L., Kholodenko, B.N., 1998. Thermodynamics of complexity—the live cell, *Thermochim. Acta* 309.

Westerhoff, H.V., Van Dam, K., 1987. *Thermodynamics and Control of Biological Free Energy Transduction*, Elsevier, Amsterdam.

Wisniewski, S., Staniszewski, B., Szymanik, R., 1976. *Thermodynamics of Nonequilibrium Processes*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht.

EXPERIMENTO 6^a

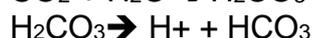
SOLUBILIDAD DE ROCAS CALIZAS.

INTRODUCCIÓN

La forma cristalina del carbonato de calcio se presenta en la superficie de la tierra en dos polimorfos: calcita (hexagonal) y aragonita (ortorrómbica). De estos la calcita es la más estable y por lo tanto la menos soluble. En la superficie del agua a una temperatura de 25°C y en contacto atmosférico con el bióxido de carbono, la solubilidad de la calcita es aproximadamente de 15 ppm, mientras que la aragonita es de 16 ppm.

MECANISMOS DE EQUILIBRIO DEL CARBONATO DE CALCIO

El control principal de solubilidad del carbonato de calcio es la concentración de iones de hidrógeno (pH) el cual es controlado por la presión parcial del bióxido de carbono de acuerdo a las siguientes reacciones.



El resultado final se resume en la siguiente ecuación:



La última ecuación muestra como el bióxido de carbono es el gas responsable de la disolución en agua de la calcita y aragonita (o de prevenir su formación).

Se ha propuesto la existencia de 5 mecanismos básicos por medio de los cuales se logra la disminución de la cantidad de bióxido para que se lleve a cabo la precipitación del carbonato de calcio:

- 1) Aumento de temperatura.
- 2) Agitación del agua de mar
- 3) Aumento de salinidad
- 4) Actividad orgánica
- 5) Cambios en la presión de la zona vadosa

OBJETIVOS

Identificar los mecanismos de equilibrio del carbonato de calcio en rocas sedimentarias.

Analizar los factores que participan en el proceso de solubilidad de rocas calizas.

COMPONENTES

Teóricos: Equilibrio químico y factores que los modifican, constante de producto de solubilidad, curvas de solubilidad, factores que controlan la solubilidad del carbonato de calcio. Principio de Le Chatelier.

Técnicos: uso de baños a diferentes temperaturas, empleo de disoluciones ácidas y de material básico de laboratorio, uso de baño maría y manejo del potenciómetro.

Metodológicos: Seleccionar el tipo de roca con la que se trabajará. Establecer las condiciones de máxima solubilidad del carbonato de calcio.

REQUISITOS

Conceptos de solubilidad, soluto, disolvente, disolución. Conocer la composición química de rocas calizas, los productos de solubilidad de distintas rocas y minerales, y los parámetros que modifican la solubilidad de compuestos (temperatura, pH). Interpretar curvas de solubilidad.

ACTIVIDADES

Investigar la composición química de diferentes rocas calizas.

Investigar las formas en que se puede producir CO₂ en laboratorio.

Analizar la disolución de calizas en agua burbujeada con bióxido de carbono.

Obtener experimentalmente la curva de solubilidad del carbonato de calcio en función de la temperatura.

Cuantificar la disolución de calizas en presencia de ácidos.

BIBLIOGRAFÍA

Ayres, G. H. 2001. Análisis químico cuantitativo, Harla, México.

Bottjer, D. J. 2002. Excepcional fossil preservation: a unique view on the evolution of marine life. Columbia University, (New York),

Marín García, M. L., Aragón Revuelta, P. y Gómez B. 2002. Análisis Químico de suelos y aguas: Manual de Laboratorio, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

Rocha A., Scandrolí N., Domínguez Castiñeiras J. M. y García-Rodeja Eugenio 2000. Propuesta para la enseñanza del equilibrio químico. *Educación Química* 11 (3), Fac. Química, UNAM, México.

EXPERIMENTO 6^b

~~DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CALCIO EN ROCAS CALIZAS.~~

INTRODUCCIÓN

Las rocas sedimentarias se forman por la precipitación de los productos disueltos generados por la erosión de rocas expuestas a los agentes de meteorización, y son clasificadas principalmente por su composición química o material parental. De acuerdo a su origen, las rocas sedimentarias se agrupan en rocas de origen detrítico u orgánico, las cuales están constituidas principalmente por fragmentos de conchas de invertebrados macroscópicos y microscópicos, carbón y esqueletos de animales coralinos, entre otros. Las de origen químico son formadas por sedimentos químicos primarios como carbonatos de calcio y magnesio, sulfato de calcio, y los cloruros de calcio y magnesio.

TIPOS DE ROCAS SEDIMENTARIAS

Origen Detrítico

Origen Químico

ROCAS SEDIMENTARIAS DE ORIGEN DETRÍTICO

Textura: Clástica

Composición:

Fragmentos de roca

Cuarzo

Feldespatos

Arcillas

ROCAS SEDIMENTARIAS DE ORIGEN QUÍMICO

Resultan de la litificación de precipitados químicos inorgánicos y orgánicos.

Reflejan condiciones químicas del medio ambiente de depósito.

Iones: Ca^+ , Na^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-}

CLASIFICACIÓN DE ROCAS SEDIMENTARIAS QUÍMICAS

| SEDIMENTO | COMPOSICIÓN | MINERAL | NOMBRE DE LA ROCA |
|-----------|------------------------------|----------------------------|-------------------|
| Químico | CaCO_3 | calcita (aragonita) | Caliza |
| | $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ | dolomita | Dolomía |
| | SiO_2 | ópalo calcedonia cuarzo | Chert |
| | NaCl | halita | Sal de roca |

| | | | |
|-----------|---|----------------------------|----------------|
| Biogénico | $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | yeso | Yeso Anhidrita |
| | $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ | apatito | Fosforita |
| | Fe_2O_3 | hematina | Fm. Fierro |
| | CaCO_3 | calcita (aragonita) | Caliza |
| | SiO_2 | ópalo calcedonia cuarzo | Chert |
| | Restos de plantas | | Carbón |

PROCESOS INVOLUCRADOS EN LA FORMACIÓN DE ROCAS SEDIMENTARIAS:

Intemperismo
 Erosión
 Transporte
 Depósito
 Acumulación
 Aificación
 Diagénesis
 Disolución y precipitación

La diagénesis involucra los cambios físicos, químicos y biológicos que afectan al sedimento después de su depósito, así como durante y después de la litificación que incluye la compactación, la cementación, y la disolución y precipitación (que son considerados como cambios físicos y químicos).

Algunos ejemplos de procesos de diagénesis temprana son:

Disolución de CaCO_3 .

Disolución de sílice opalino.

Formación de nódulos de ferromanganeso.

Formación de arcillas y zeolitas a partir de la reacción de ceniza volcánica o basalto con agua de mar.

Para aquellos sedimentos conteniendo suficiente materia orgánica, también se pueden encontrar las primeras etapas de la descomposición de materia orgánica (desoxigenación, nitrificación, desnitrificación, reducción de hierro y manganeso).

Los sedimentos y las rocas sedimentarias contienen diversos minerales carbonatados

* Calcita y dolomita son los minerales carbonatados más importantes en rocas sedimentarias antiguas.

* Aragonita es más escasa.

* Otros minerales carbonatados están confinados principalmente a depósitos muy especiales tales como evaporitas o formaciones de hierro, o presentes como minerales traza.

El hecho de que calcita y dolomita sean los minerales carbonatados dominantes en rocas sedimentarias es consistente con consideraciones de equilibrio termodinámicas de acuerdo a las condiciones del medio ambiente bajo las cuales la mayor parte de las rocas sedimentarias son formadas y persisten. Las rocas de carbonato calcitas y dolomitas constituyen aproximadamente 10-15% de la masa de rocas sedimentarias. Además:

*Forman aproximadamente 20% de la columna geológica del Fanerozoico.

*Los carbonatos del Paleozoico contienen un gran porcentaje de dolomita.

*Los carbonatos del Mesozoico y Cenozoico contienen progresivamente menos dolomita.

*En general, la proporción de dolomita en relación a calcita aparentemente aumenta cuando la edad geológica se incrementa, al menos hasta finales del Precámbrico.

OBJETIVOS

Cuantificar la concentración de calcio en rocas calizas.

Comprender los parámetros que modifican el equilibrio químico durante el proceso de diagénesis de rocas sedimentarias.

COMPONENTES

Teóricos: Procesos de diagénesis en rocas sedimentarias, pH, valoraciones indirectas, formación de precipitados, rendimiento, equivalentes químicos.

Técnicos: Uso de morteros, tamices, potenciómetro, campana de seguridad, empleo de sustancias peligrosas. Determinaciones indirectas. Ajuste de pH, combinación del ión oxálico con calcio para formar un precipitado insoluble de oxalato de calcio, filtración y lavado, valoración redox (permanganimetría).

Metodológicos: Muestreo de diferentes tipos de suelo que contengan rocas calizas. Uso de las fuentes de información para conocer como se lleva a cabo la formación de oxalato de calcio. Analizar el rendimiento experimental de las reacciones.

REQUISITOS

Precipitación y cristalización. Factores que modifican el equilibrio químico. Condiciones que afectan a la velocidad de las reacciones químicas. Patrón primario, peso equivalente, punto final, uso de indicadores. Composición química de diferentes rocas calizas

ACTIVIDADES

Investigar los procesos de formación de rocas calizas y de sus minerales.

Indagar la solubilización de rocas calizas a diferentes pH's

Buscar que parámetros participan en el proceso de solubilización de estas rocas.

Indagar las propiedades físicas, químicas y tóxicas de las sustancias involucradas en las reacciones que se llevarán a cabo en el experimento.

Revisión bibliográfica del fundamento y ejecución de las técnicas:

Extracción de metales a partir de un mineral

Formación de precipitados

Condiciones de precipitación

Digestión de precipitados

Purificación de precipitados

Lavado y filtración de precipitados

Secado y Calcinación de precipitados

Cristalización

Preparar las soluciones a utilizar en cada reacción.

Revisar como se lleva a cabo la formación del oxalato de calcio.

Determinar el porcentaje de calcio en diferentes tipos de suelo.

Integrar la información anterior y presentar un plan de trabajo de acuerdo a la Unidad I.

Realizar el experimento una vez aprobado el proyecto

Discutir en grupo los resultados generados con base en los objetivos.

Presentar el informe correspondiente de acuerdo a lo establecido en la Unidad I

BIBLIOGRAFÍA

Bell, F. G. 1998. Environmental Geology: Principles and Practice Oxford, Malden, Mass. Blackwell Science.

Harvey. 2002. Química Analítica Mc Graw Hill, México.

Morse J.W. y Mackenzie F.T. 1990. Geochemistry of Sedimentary Carbonates. Elsevier.

Shapiro R. 2006. Small molecule interactions were central to the origin of life. Q Rev Biol.; 81(2).

Skoog, D. 2005. Fundamento de química analítica, 8ª. Ed. Thomson Paraninfo, S.A., Madrid. España.

EXPERIMENTO 7

PRINCIPALES ANIONES Y CATIONES PRESENTES EN EL AGUA DE UN YACIMIENTO FOSILÍFERO

INTRODUCCION

Como se sabe los diferentes tipos de rocas están formados por un gran número de minerales y forman la porción exterior sólida de la corteza terrestre. La desintegración de las rocas y los minerales por la acción atmosférica, definida como intemperización, ha sido un conjunto de procesos que se han presentado de manera constante a lo largo de la historia de la Tierra.

La intemperización resulta ser un eslabón entre la litosfera y la atmósfera que permite el intercambio de los diferentes materiales que los constituyen y son fuente natural de los elementos necesarios para el buen funcionamiento de los ecosistemas.

Se pueden mencionar que los minerales que constituyen los diferentes tipos de rocas son necesarios para el desarrollo de la vida. Son muchos los elementos químicos contenidos en los minerales, que están íntimamente ligados a fenómenos orgánicos, tales como el hidrógeno, carbono, nitrógeno y oxígeno, además de éstos se pueden mencionar otros 20 elementos minerales que son esenciales para el buen funcionamiento de los organismos.

Entonces, es necesario conocer la relación existente entre lo que consideramos vivo y lo no vivo, para saber como se comporta un sistema ecológico en su totalidad, es decir, la relación existente entre los organismos y su medio físico y biológico.

La identificación y cuantificación de los minerales presentes en determinadas zonas geográficas pueden ser indicadoras de los diferentes tipos de organismos que pueden habitarlas y cuales son sus adaptaciones fisiológicas para adecuarse a dichas condiciones. Por otra parte, también se puede reconstruir las condiciones en las cuales habitaron organismos de épocas anteriores, como en el caso de los yacimientos fósiles, en donde la asociación con calcita, cuarzo, fosfatos de calcio y grafito, están presentes en los estratos de registro fósil.

OBJETIVOS

Cuantificar algunos de los principales aniones y cationes presentes en el agua asociados a un yacimiento fósil.

Cuantificar la cantidad de calcio (Ca^+) y magnesio (Mg^+) presentes en el agua asociada a la meteorización del yacimiento fósil.

Cuantificar la cantidad de carbonatos, bicarbonatos y sulfatos presentes en las muestras problema de agua.

Inferir los procesos de meteorización de las rocas debido a la influencia del río.

COMPONENTES

Teóricos: procesos de intemperismo y erosión de las rocas, equilibrio químico ($\text{CO}_2 \leftrightarrow \text{CO}_3^{2-}$), pH, temperatura, conductividad, dureza total, alcalinidad, ciclo hidrológico.

Técnicos: uso de la bitácora, manejo de información, toma de muestras y su conservación, preparación de disoluciones, manejo de material y equipo de laboratorio y de campo. Valoraciones (ácido-base, por óxido-reducción, complejometría, argentometría), gravimetría.

Métodológicos: selección de sitios de muestreo, elección de la forma de muestreo en función de las características del sistema, selección de los métodos volumétricos y gravimétricos de acuerdo al tipo de determinación.

REQUISITOS

Composición química de las rocas más abundantes en la localidad de estudio.
Principales procesos de intemperismo en las rocas.
Cálculos estequiométricos.

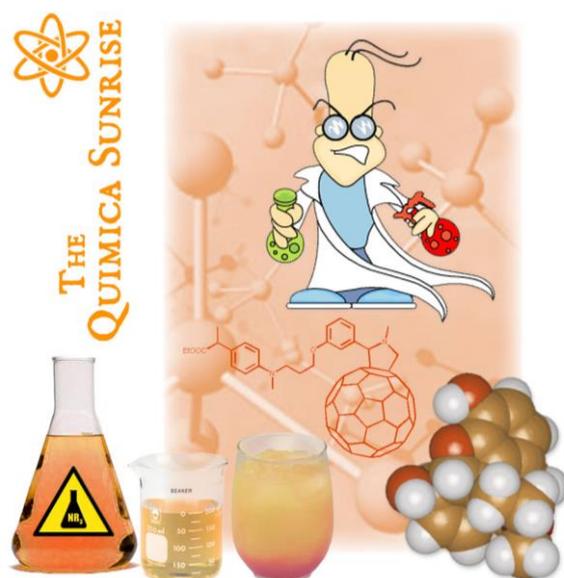
ACTIVIDADES

Revisión de los componentes para realizar este experimento.
Presentación de anteproyecto
Preparación de reactivos, acompañados de sus respectivos cálculos.
Preparación del material que se utilizará en campo.
Toma y conservación de muestras en campo
Registro en bitácora de campo
Determinar las características físicas y químicas del agua en función de los objetivos.
Discusión final grupal e individual, para analizar las posibles interacciones entre los factores físicos y químicos del punto anterior.
Entrega de informe.
Examen parcial experimental.

BIBLIOGRAFIA

APHA, AWWA Y WPFC. 1963. Métodos estándar para el examen de aguas y agua de desecho. Interamericana, México
Brumblay, R. U. 1992. Análisis Cualitativo, CECSA, México, reimpresión
Contreras, E.F. 1984. Manual de hidrobiología. UAM. México.
Font-Altava, M. y A. S. Miguel. 1977. Atlas de Geología. Jover, Barcelona.
Harvey D. 2002. Química Analítica Moderna, Mc Graw Hill, México
Hutchinson. G.E. 1975. A treatise on Limnology. John Wiley and Sons. USA.
Leet, D. 1968. Fundamentos de Geología Física. Ed. Limusa, México.
López-Ramos, E. 1980. Geología General, Tomo I Ed. Escolar, México.
Luna, R. 1991. Fundamentos de Química Analítica, Vol. II, 2da. Edición, LIMUSA. México.
Schwoërbel, J. 1975. Métodos de hidrobiología. H. Blume. España.
Skoog, D.A., y West. 2001. D. M., Química Analítica, 7ma., Ed. Mac Graw Hill, México
Sutton, D.B. 1980. Fundamentos de ecología. Editorial Limusa. México.

UNIDAD 5



halls2009.blogspot.com/

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Los proyectos de investigación se desarrollarán en los siguientes temas:

- 1. Minerales**
- 2. Rocas**
- 3. Fósiles**
- 4. Tafonomía**
- 5. Agua**

Los cuales deberán contener:

ANTEPROYECTO (Todo redactado en tiempo futuro)

- 1. TÍTULO**
- 2. INTRODUCCIÓN**
- 3. ANTECEDENTES**
- 4. ZONA DE ESTUDIO**
- 5. HIPÓTESIS**
- 6. OBJETIVOS**
- 7. MATERIAL Y MÉTODOS**

REPORTE FINAL (Redactado en tiempo pasado)

- 1. TÍTULO**
- 2. RESUMEN**
- 3. INTRODUCCIÓN**
- 4. ANTECEDENTES**
- 5. ZONA DE ESTUDIO**
- 6. HIPÓTESIS**
- 7. OBJETIVOS**
- 8. MATERIAL Y MÉTODOS**
- 9. RESULTADOS**
- 10. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**
- 11. CONCLUSIONES**
- 12. BIBLIOGRAFÍA**