

SE12-1 CARTEL

LAS EDADES DE LOS METEORITOS: ¿QUÉ SIGNIFICAN Y CÓMO SE OBTIENEN?

Hernández Bernal María del Sol
 Instituto de Geología, UNAM
 msol@geologia.unam.mx

Las edades obtenidas en los meteoritos fechan eventos específicos en su historia. La mayoría de los meteoritos muestran que sus cuerpos parentales han sufrido cambios considerables desde su origen. Unos cuantos, como las condritas tipo 3, son prístinas, mostrando muy pocos cambios. Esas son las usadas para determinar el período más temprano de acreción en la primitiva Nebulosa Solar. Otros grupos de meteoritos muestran calentamiento, fusión y diferenciación posteriores a la formación del cuerpo parental condrítico. Otros más muestran episodios de impacto revelados por sus texturas y brechamiento. El rompimiento de los cuerpos parentales libera fragmentos más pequeños al espacio que son irradiados por rayos cósmicos que producen ciertas firmas isotópicas, dando un estimado del período entre el rompimiento y su arribo a la Tierra. Se enlista una serie de episodios en la historia de los meteoritos, susceptibles de ser fechados, aunque no son los únicos:

1. Edad Pre-solar
2. Formación de los materiales precursores más antiguos CAI's
3. Formación de condros y material de la matriz
4. Acreción de cuerpos parentales condríticos
5. Metamorfismo térmico y diferenciación del núcleo metálico
6. Actividad hidrotermal
7. Fusión por impacto y brechamiento
8. Tiempo transcurrido entre la fragmentación del cuerpo parental y la liberación de meteoritos
9. Edad de arribo a la Tierra

En algunos casos, es necesario que se consideren lapsos grandes de tiempo y en otros, lapsos relativamente cortos. Los episodios 2-4 se remontan a miles de millones de años (Ga) con el episodio 5 inmediato al episodio 4, el cual ocurrió probablemente unos pocos millones de años después de la acreción. El episodio 7 pudo ocurrirle varias veces a un cuerpo en su historia. El episodio 8 en promedio pudo durar unos pocos millones de años y el episodio 9 unos cuantos miles de años. Esas variaciones tan amplias de duración de tiempo requieren el uso de isótopos muy específicos que determinen mejor el período de tiempo para cada evento. Así, para la edad más antigua, la formación de condros y la acreción de cuerpos parentales condríticos se requiere del uso de isótopos de vida media muy grande. Los pares isotópicos más usados son: U-Pb, Rb-Sr, K-Ar, Sm-Nd, Re-Os, Hf-W, U-He, Be-B, Al-Mg, I-Xe y Mn-Cr.

Los materiales meteoríticos más antiguos son los CAI's (Calcium-Aluminium rich inclusions), que tienen edades en el rango de 4.568 a 4.565 Ga. Las edades en fosfatos secundarios en condritas ordinarias varían desde 4.563 hasta 4.504 Ga y las acondritas basálticas varían desde 4.558 hasta 4.53 Ga. Estas edades sugieren escenarios para la formación de los primeros objetos del sistema solar. La formación de los CAI's de Allende ocurrió hace 4566 Ma. La acreción de los cuerpos condríticos aproximadamente 3 Ma después. 5 Ma más tarde ocurrieron eventos de actividad magmática en los cuerpos planetarios. Durante los siguientes 200 Ma estos cuerpos sufrieron impactos y metamorfismo.

SE12-2 CARTEL

EL ORIGEN DEL SISTEMA SOLAR: PAPEL DE LAS METEORITAS PETREAS

Ortega Gutiérrez Fernando
 Instituto de Geología, UNAM
 fortega@servidor.unam.mx

El sistema solar se formó por colapso de una nube molecular hace más de 4,560 millones de años. El proceso de transformación de esa nube a una estrella central llamada sol y su séquito de planetas, lunas, cometas, asteroides y otros objetos sólidos, tuvo lugar bajo condiciones físicas y químicas que no existen más en nuestro entorno cósmico desde ese pasado tan remoto. Por esta razón, para conocer dichas condiciones y procesos, se tiene que recurrir al registro parcialmente escrito en ciertos cuerpos planetarios del sistema. Entre ellos, indudablemente las meteoritas son los cuerpos sólidos que contienen el registro más antiguo y accesible sobre el origen del sistema solar, pues los planetas terrestres se formaron posteriormente por el aglutinado de un grupo especial de meteoritas denominado condritas, por estar formado de estructuras esféricas y subesféricas denominadas condros, inmersos en una matriz fina de cristalinidad y composición variables. El origen y evolución de estas meteoritas han desafiado por siglos la imaginación y la explicación científica porque contienen, además de esos condros de origen todavía desconocido, otros objetos submicroscópicos que anteceden a la formación del sol y al colapso de la nube molecular, registrando eventos que difieren totalmente de los conocidos en la tierra.

El estudio multidisciplinario desarrollado en decenas de países avanzados sobre las condritas ha logrado exponer hipótesis muy detalladas sobre la naturaleza de la materia original que formaba la nebulosa solar, las temperaturas y presiones que prevalecieron durante las primeras etapas de colapso de la nube hasta la aparición de los planetas, así como los tiempos y duraciones en que se dieron estos fenómenos. En términos generales, el modelo que prevalece actualmente es de carácter catastrófico por la rapidez relativa del proceso de formación planetaria, el cual habría tomado escasos millones de años involucrado choques entre cuerpos protoplanetarios en el interior del sistema solar, lo que tal vez explique anomalías aparentes tales como la formación de la luna, la composición casi totalmente metálica de mercurio y el movimiento retrógrado de venus. Incluso estas hipótesis dejan ver la posibilidad de la creación y destrucción sucesiva de océanos y atmósferas primitivos donde pudo haber florecido la vida mucho antes de lo que se cree en la actualidad, para luego ser destruida por esos eventos catastróficos.

Afortunadamente México tiene un campo fértil para el estudio moderno de sus meteoritas, pues posee algunos de los ejemplares más importantes del mundo como Allende y Acapulco; la primera por ser la roca más antigua del sistema solar y la segunda porque proviene del interior caliente de un cuerpo planetario destruido posteriormente por impactos de muy alta energía.

SE12-3 CARTEL

¿EXISTIÓ VIDA EN MARTE?

Hernández Barosio Antonio
Instituto de Geofísica, UNAM
ahb@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

Los meteoritos SNC (Shergotita, Nakhilita y Chassigny) son un grupo de doce especímenes petrológicamente similares. La principal evidencia experimental, entre otras, de que los SNC vienen de Marte se basa en mediciones de Argón, Kriptón y Xenón en Shergotitas colectadas en la Antártida, cuya abundancia es semejante a la de la atmósfera marciana según el reporte de la misión Vikingo. Uno de estos meteoritos conocido como ALH 84001 fue colectado en la Antártida en 1983 y en 1993 se reconoció como miembro de este grupo. Utilizando un microscopio electrónico y un espectrómetro de masa, David McKay y su equipo identificaron en este meteorito Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH), glóbulos de carbonato, magnetita y sulfuro de hierro. Todos estos compuestos se asocian con actividad bacteriana en la Tierra (desechos de microorganismos y bacterias anaeróbicas), lo cual llevó a McKay y al expresidente William Clinton a anunciar que se habían encontrado rasgos de vida en Marte.

Sin embargo, la presencia de estos compuestos no necesariamente implica la presencia de bacterias. McKay y su equipo parecen haber excluido la posibilidad de que sus resultados representen contaminación terrestre. Además, recientemente, Jull et al realizaron mediciones de isótopos de carbono en varios SNC y de acuerdo con sus interpretaciones, el meteorito ALH 84001 podría no provenir de Marte como otros SNC. Consideramos que mientras no se traigan muestras de roca marcianas mediante una nueva misión, solo podemos estudiar más a fondo los SNC y coleccionar otros nuevos que nos ayuden a dilucidar la verdadera historia del planeta rojo.

SE12-4 CARTEL

QUÉ SON LOS CONDROS Y CÓMO SE ORIGINAN

Cervantes de la Cruz Karina Elizabeth
Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM
kecervan@hotmail.com

Las meteoritas condriticas son nombradas así debido a la presencia de su componente más característico: los condros (del vocablo griego "chondros", el cual significa grano). Los condros son cuerpos subsféricos, de tamaño milimétrico, cuya geometría y texturas sugieren que estuvieron fundidos en su génesis. Los fechamientos realizados en este tipo de materiales los ubican entre los materiales más primitivos del Sistema Solar; por esta razón la importancia de difundir su estudio radica en interpretar las condiciones en que se formaron, las cuales son las condiciones de formación del Sistema Solar.

Los minerales principales que constituyen estos cuerpos pequeños son olivinos, piroxenos y pueden contener o no pequeñas cantidades de minerales opacos tales como aleaciones de hierro-níquel (kamacita, taenita), cromita y sulfuros, como la troilita. Por las texturas que estos cuerpos presentan se puede deducir que el material precursor estuvo total o parcialmente fundido. Dependiendo de su mineralogía y textura (ver Gooding y Keil, 1981) los condros con material precursor parcialmente fundido se clasifican en: condros porfídicos de piroxeno, porfídicos de olivino y porfídicos de olivino y

piroxeno. Para el grupo de condros cuyo material precursor estuvo totalmente fundido se clasifican en barrados de olivino, radiales de piroxeno, criptocristalinos y granulares de olivino y piroxeno.

Las hipótesis principales de formación de estas estructuras se agrupan en (Zanda, 2004): a).- condensación directa de la nebulosa o b).- fusión de cuerpos preexistentes por diferentes mecanismos. De estos modelos los de fusión de cuerpos preexistentes debido a ondas de choque, son los más favorecidos por los astrofísicos. En cuanto a los estudios experimentales, los métodos principales de fusión del material precursor son: fusión del material precursor en un arco eléctrico, con láser y en estufas con mezclas de gases. Todas estas hipótesis han sido abordadas con modelos numéricos y experimentales, los cuales son comparados y limitados con las evidencias petrológicas y geoquímicas.

SE12-5 CARTEL

ELECTROQUÍMICA APLICADA A METEORITAS MEXICANAS

Reyes Salas Octavio¹, Arreguín Molina Gilberto², Reyes Salas Adela Margarita³ y Ortega Gutierrez Fernando³

¹ Facultad de Química, UNAM

² Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec

³ Instituto de Geología, UNAM
oresal@servidor.unam.mx

Las meteoritas consisten de materia sólida primitiva, similar a la que originalmente formaba el sistema solar. El estudio de minerales metálicos en meteoritas puede ser usado para inferir su historia física y térmica e inferir su origen en los asteroides padres.

Las meteoritas, son objetos de constitución metálica ó pétreo, que caen a la Tierra procedentes del espacio interplanetario.

Las meteoritas pétreas se dividen en Acondritas (no poseen condros en su estructura) y Condriticas. Éstas últimas, se caracterizan por poseer condros (del griego Chondro, grano), que son pequeñas partículas de forma esférica ó cuasiesférica de tamaño milimétrico a submilimétrico. Se estima que un 85 a 90% de las meteoritas que caen a la Tierra son condriticas. Se argumenta que los condros se formaron en la nebulosa solar más que en un medio ambiente asteroidal/planetario. Las teorías más recientes señalan que los condros se formaron por un "flash" de calor, por un mecanismo de choque de ondas nebulares. Sin embargo, hay un gran número de interpretaciones al respecto por las propiedades y detalles de los condros.

Las meteoritas metálicas, se pueden dividir de acuerdo a su contenido de Galio, Germanio, Iridio e Indio con respecto al contenido de Níquel. Otra clasificación de las meteoritas metálicas se basa en su mineralogía y textura. Las meteoritas metálicas suelen estar constituidas mineralógicamente de dos polimorfos de Hierro-níquel, que son Kamacita y Taenita. Su proporción, y también sus relaciones texturales, dependen de la abundancia del Níquel en la meteorita.

En México, el estudio de la Meteorítica ha sido más riguroso, puesto que ahora se disponen de técnicas más precisas, como consecuencia del desarrollo de equipos con mayor capacidad de resolución. Así, se puede realizar el análisis de elementos que son difícilmente cuantificables, por su contenido relativamente bajo en la muestra.

En el estudio de la composición química de meteoritas se emplean generalmente técnicas por vía húmeda (valoraciones), y técnicas espectroscópicas. Sin embargo, la cuantificación de pequeños componentes metálicos en presencia de componentes mayoritarios, presenta mayores complicaciones.

Los métodos electroquímicos, son relativamente sencillos, económicos y permiten alcanzar excelentes límites de detección, además de poseer un buen poder de resolución. Desde luego la dificultad está en la preparación de las muestras y en la interpretación de resultados. Cabe señalar que todavía no se ha informado de trabajos en los que se utilice la electroquímica como método analítico de meteoritas.

La coulombimetría es considerada el único método absoluto y las microcoulombimetrías empleadas en muchos métodos electroquímicos presentan como ventaja adicional, el permitir trabajar con volúmenes pequeños de muestra (mililitros o microlitros). Esto es de suma importancia, ya que las meteoritas son muestras únicas y sólo se dispondrá de una cantidad muy pequeña para su análisis. Bajo esta técnica se pueden realizar cuantificaciones del orden de partes por millón (ppm), e incluso partes por billón (ppb).

En el presente trabajo se presentan las características fundamentales de los métodos electroquímicos típicos para la determinación de pequeñas cantidades de especies metálicas con el fin de aplicarlos a las meteoritas mexicanas.

SE12-6 CARTEL

COSMOQUÍMICA DE LANTÁNIDOS

Pi Puig Teresa
Instituto de Geología, UNAM
tpuig@geologia.unam.mx

Los lantánidos son un grupo de elementos con propiedades químicas similares. En los sistemas geoquímicos estos elementos se usan para deducir el origen y los procesos que afectaron a las rocas que intentamos caracterizar. En los sistemas cosmoquímicos su distribución es muy distinta a la terrestre ya que depende en gran medida de su volatilidad. Estos elementos se encontraban como gases en la nebulosa solar y se condensaron.

Los coeficientes de distribución sólido/gas de los lantánidos nos indican el orden de condensación de los mismos a partir de la nebulosa solar y nos informan de cómo se produjo el fraccionamiento de éstos elementos en este medio.

Las propiedades cosmoquímicas de los lantánidos dependen del estado (monóxido, dióxido o especies monoatómicas) en que estos elementos se presentan en la fase de gas. En la forma condensada se presentan como sesquióxidos (+3) y para pasar de gas a sólido se ven obligados a modificar su configuración electrónica, fenómeno que no sucede en medios terrestres al pasar de líquido a gas.

Son importantes porque nos permiten diferenciar sin ambigüedad procesos de fraccionamiento nebuloso (gas/sólido) y de fraccionamiento planetario (sólido/sólido; sólido/líquido) por lo que son una herramienta básica en el estudio del Sistema Solar.

Los meteoritos son las mejores muestras que tenemos de material solar primitivo. El estudio de los lantánidos de los diferentes tipos de meteoritos nos proporciona información importante de cómo se formaron.

Así por ejemplo el estudio de lantánidos en condritos (en especial los de tipo C1) nos permite encontrar evidencias de cuales fueron los primeros eventos del Sistema Solar y de la formación de los planetas. En el caso de los acondritos vamos a encontrar pruebas de los procesos de diferenciación ígnea ocurridos en cuerpos diferentes a la Tierra.

Los condritos están formados por diferentes componentes en desequilibrio. Algunos de éstos se formaron a alta temperatura (CAI, condros) y otros (matriz) a menor temperatura. También coexisten materiales formados en condiciones oxidantes (silicatos) con otros formados en condiciones reductoras (hierro metálico). Algunos componentes pueden considerarse condensados que incorporaron lantánidos según su volatilidad y otros se formaron por fusión de componentes preexistentes. El estudio de lantánidos en los componentes de un condrito puede aportar información muy interesante sobre su formación.

Dentro del marco del Seminario Mexicano de Meteorítica estamos iniciando estudios de lantánidos en meteoritos condriticos mexicanos ya que hasta el momento solo dos de ellos (Allende y Acapulco) han sido caracterizadas por investigadores de otros países con esta metodología.

SE12-7 CARTEL

ORIGEN, VIDA Y MUERTE DE LOS COMETAS

Solé Viñas Jesús
Instituto de Geología, UNAM
jsole@geologia.unam.mx

Los cometas han sido definidos como "los supervivientes de una vasta distribución de cuerpos sólidos que se formaron en las regiones frías de la nebulosa solar" (Brownlee 2003). Estos cuerpos han sido observados desde tiempos antiguos, creando gran expectación. Durante los últimos años se ha revitalizado el interés por su observación y estudio detallado ya que se supone que preservan algunos de los materiales más primitivos y poco modificados del Sistema Solar. Hasta que las sondas espaciales en tránsito nos envíen de vuelta a la Tierra material cometario para compararlo con los meteoritos conocidos o con las pocas partículas de polvo interplanetario capturadas sin alteración en la Tierra, no podemos hacernos una idea completa de los sólidos que los constituyen.

Mostraré en ésta presentación una visión sintética de su formación, vida y muerte. Así mismo se presentarán algunas observaciones astronómicas que dan pistas sobre la composición de los cometas (volátiles y silicatos).

Se conoce que los cometas contienen partículas de olivino y piroxeno, minerales muy comunes en meteoritos condriticos, pero se desconoce en qué proporción. Tampoco está claro si contienen otros silicatos, metales, óxidos, etc. Se conoce mucho mejor su composición en elementos volátiles, pues son proporcionalmente mucho más abundantes y se volatilizan durante el paso de los cometas por el perihelio, formando las espectaculares colas. Esto permite una buena caracterización espectral de la luz emitida.

Los cometas se encuentran principalmente en dos grandes grupos de órbitas (llamados también reservorios), la nube de Oort y el cinturón de Kuiper. Cada uno de ellos tiene características particulares que serán descritas en detalle.

La conclusión preliminar obtenida del estudio de la bibliografía sobre cometas es que es poco probable que hayan caído a la Tierra fragmentos de material cometario recuperable (es decir, meteoritos), pero no puede excluirse que algunos meteoritos muy primitivos, especialmente de los grupos de condritos CI, CM y quizás CV puedan ser fragmentos de material sólido no volátil de cometas.

SE12-8 CARTEL

CRÁTERES DE IMPACTO: DESTRUCTORES Y PRODUCTORES

Lounejeva Elena¹, Cordero Tercero Ma. Guadalupe² y Caballero Corona Julio³

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ Museo de Geología, Instituto de Geología, UNAM
elenal@servidor.unam.mx

Meteoritas y cráteres de impacto son los principales testigos del bombardeo continuo de la Tierra por objetos cósmicos, proceso geológico formativo, tan actual como el de mayor antigüedad. Si bien las meteoritas se conocían desde la edad de hierro, los cráteres de impacto llamaron la atención de los científicos con el análisis de las superficies de los planetas del sistema Solar. En los últimos 45 años se han registrado más de 170 cráteres de impacto en la Tierra, desde unos 15 metros (Haviland, EUA) hasta centenas de kilómetros (Vredefort, África del Sur). Un cráter de impacto natural es la estructura producida por el encuentro violento de dos objetos cósmicos, uno de los cuales, el proyectil, es de tamaño mucho menor que el otro, el blanco. El encuentro es forzado por la gravedad, de tal manera que la masa y la velocidad relativa de los objetos determinan la magnitud del evento (explosivo o no). La estructura producida (simple o compleja) o su ausencia dependen también del material del blanco.

Una estructura simple de impacto se asemeja a un tazón similar a un cráter volcánico. Sin embargo, los cráteres de impacto difieren de los volcánicos en varias características, entre los más notorios: la ausencia de raíces en el manto y los rasgos de metamorfismo de choque. Una estructura compleja se distingue por una elevación central, puede tener más de un anillo periférico y concéntrico, e implica una mayor energía.

En un impacto explosivo las temperaturas pueden superar los 10000°K, calor suficiente para convertir una roca en plasma; por otro lado, la presión de la onda de choque puede alcanzar cientos de GPa, ordenes de magnitud mayor a la presión en el centro de la Tierra.

Los valores tan grandes de estos parámetros tienen su origen en la energía cinética del proyectil al momento de impacto. Esta energía comparable o mayor a la de un evento tectónico o sísmico, se transfiere al blanco en fracciones de segundos, comprimiéndolo, fracturándolo, excavándolo, fundiéndolo, evaporándolo, revolviéndolo y eyectando todo tipo de materiales del blanco, dejando por un instante al desnudo los estratos más profundos y produciendo las metamorfosis macro y microscópicas también de las rocas que quedan en su lugar. Todos estos fenómenos se consideran catastróficos para la humanidad no tanto por la rapidez con que suceden, sino por los efectos destructivos que pueden tener para la vida misma, y las extinciones masivas de especies enteras.

Una vez pasado el desastre asociado a un evento explosivo, quedan cráteres y la eyecta del impacto, los cuales representan estructuras fracturadas y/o porosas, prolíferas para la circulación y el entrapamiento de fluidos hidrotermales y orgánicos. El potencial económico de las estructuras de impacto fue reconocido con el descubrimiento de una relación directa entre cráteres de impacto y yacimientos de petróleo (Avak, EEUA; Chicxulub, México), hierro (Ternovka, Ucrania), níquel (Sudbury, Canadá), oro (Vredefort, África del Sur) y gemas semipreciosas (moldavitas). El estudio de cráteres de impacto aporta información sobre la física espacial y sobre el interior de la Tierra.

SE12-9 CARTEL

CLASIFICACIÓN DE LAS METEORITAS

Angeles García Sonia y Reyes Salas Adela Margarita
Instituto de Geología, UNAM
ags@servidor.unam.mx

Una meteorita es cualquier objeto natural que cae del espacio a la tierra y que puede reconocerse como extraterrestre. Las meteoritas son los únicos objetos no terrestres disponibles para estudiar directamente las composiciones químicas y los minerales de cuerpos del Sistema Solar.

Una forma de clasificar a las meteoritas, de acuerdo a sus orígenes, es agruparlas en Diferenciadas e Indiferenciadas.

Los planetas y los grandes asteroides muestran un proceso de diferenciación dentro de un núcleo metálico, un manto y una corteza, en donde todo el material original ha sido separado por calentamiento y gravitación. Las meteoritas metálicas, mixtas y acondritas provienen de estos cuerpos diferenciados.

Meteoritas Diferenciadas:

Metálicas (muestras de núcleo). Sus principales minerales son aleaciones de Fe-Ni: kamacita y taenita

Meteoritas Mixtas:

Consisten de una fracción metálica en forma de fragmentos dispersos de hierro níquel y una fracción de silicatos que pueden ser olivino, hiperstena y plagioclasa en proporciones aproximadamente iguales. Existen tres grupos: Palasitas, Mesosideritas y Lodranitas.

Acondritas:

Ricas en sílice con bajo contenido de metales.

Meteoritas Primitivas o Indiferenciadas.

Preservan las características adquiridas durante la acreción del Sistema Solar.

Dentro de las condritas esta presente polvo interestelar condensado de nuestra primera nebulosa solar, gotas metálicas, matriz de grano fino y pequeños cuerpos esféricos de silicatos llamados condros.

Condritas:

Ordinarias COs (más comunes) según su contenido de hierro total y metálico en H, L y LL

Enstatita CEs (elementos litófilos como Mn ó Ca), Carbonáceas CCs se ha detectado materia orgánica, magnetita

CEs: EH alto Fe enstatita, hierro metálico, sulfuros, plagioclasa y olivino

EL bajo Fe

COs: H Fe total y contenido metálico (% Fs y %Fa –ferrosilita y fallalita en olivino

L

LL

Rumurutiites (Rs)

CCs: CI (Ivuna) filosilicatos, magnetita

CM (Murria) filosilicatos, tochilita, olivino

CV (Vigano) olivino, piroxeno, ICAS (inclusiones de Ca, Al)

CO (Ornans) olivino, piroxeno, ICAS, hierro metálico

CR (Renazzo) filosilicatos, piroxeno, olivino, hierro metálico

CK (Karoonda), ICAS, olivino

CH (extremadamente alto contenido metálico), piroxeno, hierro metálico, olivino.

Para completar la clasificación se usan los tipos petrológicos (de acuerdo al metamorfismo térmico) del 1 al 3 para las condritas carbonosas y del 3 al 6 para las ordinarias.

S1 a S6 se utiliza para indicar la intensidad de choque. Las colisiones entre asteroides producen presiones 750 000 veces la presión atmosférica de la superficie de la Tierra y las condritas guardan trazas de estos eventos de impacto.

Los efectos de intemperismo están indicados por W. Las meteoritas de caída reciente son generalmente W0 ó W1, lo que significa poca o ninguna oxidación de metálicos y sulfuros. Una alteración completa de estos produce una alteración de W4 y cuando hay un reemplazamiento masivo de silicatos por arcillas y óxidos de W6.

SE12-10 CARTEL

METEORITAS MEXICANAS DE IMPORTANCIA MUNDIAL

Reyes Salas Adela Margarita, Barrientos Bernabé Ofelia y
Sánchez Rubio Gerardo
Instituto de Geología, UNAM
adelars@servidor.unam.mx

Las meteoritas son el material extraterrestre natural más idóneo para hacer estudios y entender el origen y la evolución de nuestro Sistema Solar. México cuenta con varias meteoritas muy importantes que están entre las más estudiadas por la comunidad científica internacional. Hemos seleccionado cuatro de ellas que se describen brevemente a continuación.

Allende, del tipo pétreo, cayó el 8 de febrero de 1969 en el Pueblito de Allende, Chihuahua, como una lluvia meteorítica con más de 5,000 individuos, y está clasificada como una condrita carbonosa CV3. Desde el punto de vista científico es probablemente la más importante del mundo, tal como lo muestran más de 1,000 publicaciones en las que se estudió o se hace referencia a esta meteorita.

Allende contiene una gran cantidad de materia orgánica, enigmáticos objetos esferoidales llamados condros con diversas composiciones y texturas muy variadas. Conserva características muy primigenias además de los ICAs (materiales refractarios como inclusiones de calcio y aluminio). Tiene una edad de unos 4,600 millones de años, representando algunos de los primeros materiales que se condensaron en la nebulosa solar y por lo tanto el material más antiguo en el Sistema Solar.

Acapulco, también pétreo, cayó en el año de 1978 cerca de la población El Quemado en Acapulco, Guerrero. Forma parte del grupo de acondritas pues no presenta condros, es considerada como única o anómala, ya que presenta características de condrita en cuanto a su composición química, lo que dio pauta a que encabezara un nuevo grupo llamado Acapulcoitas.

Por sus minerales y textura es similar a la roca terrestre llamada metaperidotita de baja presión, con textura granoblástica. Formada por minerales de olivino (Mg,Fe)2O4, piroxena Mg(Fe, Ca)Si2O6, plagioclasa CaAl2 Si3O4; en menor cantidad minerales de Fe-Ni, cromita (FeCr2O4) y troilita (FeS).

Toluca se considera una lluvia meteorítica por la gran cantidad de piezas individuales (miles) caídas, con un total aproximado 2.5 toneladas. Es un hallazgo prehispánico en las cercanías del pueblo de Xiquipilco, Estado de México. Las piezas de meteorita fueron usadas como junques, cuchillos e instrumentos de labranza. Ejemplares de esta meteorita se encuentran en la mayoría de las colecciones del mundo y corresponde a una octaedrita media cuya edad K-Ar es de 4,500 Ma.

Bacubirito es una meteorita metálica octaedrita muy fina, químicamente anómala ya que no se conoce otra meteorita férrea similar. Fue reportada como hallazgo en 1863 al sur del poblado minero de Bacubirito, en el Estado de Sinaloa, y desenterrada en 1902 en una sola pieza con un peso aproximado de 22 toneladas. Se considera la quinta meteorita más grande del mundo.

SE12-11 CARTEL

HIPÓTESIS DE LA PANSPERMIA U ORIGEN DE LA VIDA EN EL ESPACIO EXTERIOR

Gómez Caballero Arturo y Pantoja Alor Jerjes
Instituto de Geología, UNAM
gomezcab@servidor.unam.mx

La panspermia, o hipótesis extraterrestre, está cobrando impulso debido a los diversos problemas que enfrentan las hipótesis sobre el origen de la vida en la propia Tierra, y a descubrimientos recientes, como el de la presencia de moléculas orgánicas complejas en el espacio exterior. La presencia de materia orgánica en meteoritos se conoce desde el siglo XIX, pero el aporte a la Tierra de material extraterrestre no sólo consiste en los meteoritos; quizá de mayor importancia sea la presencia de polvo cósmico, estimada en unas 40,000 toneladas anuales, que empezó a caer desde los inicios del planeta.

Los antecedentes de esta hipótesis se remontan hasta Anaxágoras, en la Grecia clásica. En los albores del siglo XX, el químico sueco Arrhenius propuso la teoría de la panspermia (semillas en todas partes), según la cual la vida no se originó en la Tierra sino que provino del espacio exterior en forma de esporas que viajan por todo el espacio impulsadas por la presión ejercida por la radiación proveniente de las estrellas. El interés en la panspermia fue renovado por la identificación de hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAHs) en el meteorito Allende, caído cerca del poblado homónimo en el estado de Chihuahua, el 8 de febrero de 1969.

Recientemente, se ha desatado una gran controversia a raíz del anuncio, efectuado por la NASA en 1996, de hipotéticas bacterias fósiles, más pequeñas que las terrestres, en el meteorito Allan Hills (ALH 84001), caído hace 13,000 años en la Antártida. Los

investigadores a cargo basan su aseveración en la conjunción de cuatro evidencias: (1) La presencia de sustancias orgánicas complejas (PAHs). (2) Una asociación mineral en desequilibrio (presencia de glóbulos de carbonatos). (3) Nanofase de cristales de magnetita elongados, semejantes a las producidas por bacterias terrestres. (4) Presencia de estructuras con forma de bacteria.

En contra de lo anterior, se ha aducido que la forma elongada de la magnetita, hábito que se creía de origen biótico exclusivamente, también puede ser producida por procesos inorgánicos. Los carbonatos en el ALH 84001 se hallan tanto rellenando fracturas o intersticios como en rosetas; su composición varía de calcita a magnesita con un contenido apreciable de hierro, formando generaciones sucesivas. Los carbonatos serían precipitados a 150°C a partir de un fluido saturado y, por un calentamiento posterior, el hierro formaría la magnetita elongada. Así, los carbonatos, cuya edad varía de 3.83 a 4.04 Ga, mientras que la edad isotópica del meteorito es de 4.5 Ga, indicarían que en toda su historia, Marte ha tenido agua en su superficie sólo durante algunos períodos.

Nuevos descubrimientos de meteoritos de Marte han sido hechos en el norte de África y en la misma Antártida. En el meteorito NWA 3171 (shergottita), caído en Argelia en febrero de 2004, se ha observado la presencia de fracturas revestidas con hidróxidos de hierro, similares a goethita, atribuidos a la acción de hidrotermalismo. Asimismo, en el meteorito MIL 03346 (nakhlita), caído en la Antártida el 15 de diciembre de 2003, se observó un estado de oxidación similar.

SE12-12 CARTEL

RASGOS DISTINTIVOS DE METAMORFISMO DE IMPACTO

Lounejeva Elena, Macias Romo Consuelo y Sánchez Rubio Gerardo

Instituto de Geología, UNAM
elenal@servidor.unam.mx

El metamorfismo de impacto como proceso petrogenético se asocia al paso de la onda de choque (presión dinámica) y resulta progresivamente en transformaciones diapléticas, fusión (parcial o completa) y evaporación (parcial o completa) de las rocas del blanco.

El término de metamorfismo de impacto durante muchos años fue aplicado para describir el origen de todo tipo de productos de impacto. En los últimos años dicho término (shock metamorphism) cada vez más se reserva en la literatura para la formación de conos de trituración al nivel macroscópico y para las transformaciones diapléticas y de polimorfos de alta presión al nivel microscópico, mientras que los rasgos causados por el calor generado por la onda de choque se describen bajo el término de fusión por impacto (impact melting).

Las transformaciones diapléticas (del griego diaplesso: destruido a golpes) abarcan procesos diferentes en su naturaleza física pero en conjunto conducen a la degeneración de la materia cristalina. Las transformaciones diapléticas incluyen fracturas, deformaciones plásticas, isotropización y descomposición térmica de minerales. Las deformaciones plásticas presentan una variedad de rasgos entre los cuales los planos de deformación son los más documentados debido al control cristalográfico de su desarrollo y la relación estadística con la presión a la que fue sometido el mineral.

Los productos de fusión por impacto se asemejan a las rocas volcánicas con alta contribución de la corteza. Para distinguir una roca de fusión por impacto por métodos petrográficos no hay nada mejor que encontrar fragmentos de rocas originales con rasgos de metamorfismo de choque. Sin embargo, la geoquímica de elementos traza al nivel de roca entera o de minerales y, en especial, la geoquímica isotópica de los platinoides, ofrece métodos alternativos no solamente para detectar la génesis de la roca sino también para inferir el tipo del proyectil generador del impacto.

Los condensados de los productos de evaporación se están estudiando a nivel experimental y los pocos resultados obtenidos hasta ahora son poco utilizados en estudios de impactitas naturales.

Debido al altísimo gradiente de presión y a la complejidad de rutas de propagación de la onda de choque, el conjunto de rasgos de impacto varía no solamente de un componente al otro de una estructura o meteorito, pero aun a escala microscópica es común encontrar juntos los fragmentos intactos y los severamente afectados por la onda de choque o por el calor que genera a su paso.

Los rasgos distintivos de metamorfismo de impacto fueron observados tanto en las meteoritas como en las estructuras gigantes de impacto de la Tierra y de la Luna, y representan el criterio petrológico principal para confirmar el origen de una estructura sospechosa y evaluar la escala del evento.

SE12-13 CARTEL

PROPUESTA DIDÁCTICA: EL CONOCIMIENTO DE LAS METEORITAS PARA ENTENDER EL SISTEMA SOLAR

Rodríguez Díaz Beatríz
Museo de Geología
ollin9@yahoo.com

El objetivo del presente trabajo es ilustrar acerca de los aportes que a dado el estudio geoquímico y petrológico de la meteorita de Allende en México y su relación con la composición de la atmósfera solar, pretendiendo abordar temas que se abarcan en el temario de geografía a nivel preparatoria ya que se consideran las ideas previas (preconcepción) propias de los alumnos en los niveles escolares de secundaria.

Asimismo, la meteorita de Allende es una de las rocas más antiguas que se tenga registro del Sistema Solar, lo que arroja nueva luz acerca de la edad tanto de la Tierra como de los demás planetas. Estos dos factores son determinantes en dar a conocer los aportes que ha presentado la investigación de las meteoritas en este país, y dar un paso mas adelante al relacionarla con la enseñanza.

Los temas abordados en enseñanza abarcan el origen del sistema solar, y su composición química. Dicha propuesta cubre parte de los objetivos de los programas de estudio tanto de geografía como de química desde un enfoque constructivista, que es la corriente más aceptada actualmente en el campo de la investigación pedagógica para la enseñanza de la ciencia, esta se basa en el hecho de que todas las personas construyen su conocimiento a través de la interacción con el ambiente socio-cultural en el que se encuentran inmersos elaborando explicaciones sobre los fenómenos que observan. Es decir, los alumnos aprenden en cualquier instante y construyen nuevas ideas que los llevan hacia un aprendizaje significativo.

Dicho aporte didáctico servirá no sólo para los alumnos sino para los profesores ya que estos últimos sólo cuentan con información de libros con datos en ocasiones obsoletos pues estamos hablando del estudio de la naturaleza como un ente dinámico y de cambio.

SE12-14 CARTEL

METEORITOS EN EL MUNDO MESOAMERICANO

Flores Gutiérrez Daniel
Instituto de Astronomía, UNAM
daniel@astroscu.unam.mx

Sabemos que entre los grupos humanos que habitaron Mesoamérica, existió un gran interés por las cosas del cielo. Sabemos de la existencia de diversos métodos de observación cotidiana de la bóveda celeste. Sabemos del interés por los fenómenos atmosféricos y que distinguían entre lo que ocurría con los fenómenos meteorológicos en el entorno humano, y de lo que ocurría en la bóveda celeste. Ejemplo de ello es la representación pictórica de los cometas.

En este trabajo presentaremos algunas evidencias del interés, en el mundo prehispánico, por los objetos que caían desde las alturas, los meteoritos.

SE12-15 CARTEL

ANÁLISIS TEXTURAL Y PETROGÉNESIS DE LA METEORITA COSINA

Macías Romo Consuelo¹, Reyes Salas Adela Margarita¹, Ortega Gutiérrez Fernando¹ y Victoria Morales Alfredo²

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Facultad de Ingeniería, UNAM
mcmr@servidor.unam.mx

Cosina es una meteorita pétreo del grupo de las condritas ordinarias clasificada como H5 por su contenido en hierro y grado metamórfico. Cayó en enero de 1844 en la localidad de la Loma la Cosina al oriente de Dolores Hidalgo, en el estado de Guanajuato.

La meteorita se distingue de la mayoría de las condritas ordinarias por su gran porosidad y friabilidad, similar a las condritas carbonosas ya que los cálculos de la porosidad para Cosina es superior al 25% basado en conteo de puntos en lámina delgada y en fragmentos observados en el microscopio electrónico de barrido. Los tamaños medidos de la porosidad intergranular van de 5 a 140 μm , mientras que para la porosidad intragranular es de 3 a 35 μm .

Trabajos realizados recientemente sobre la porosidad en numerosas condritas dio como resultado una porosidad modal del 10% para las meteoritas ordinarias y 25% para las carbonosas, lo cual nos muestra la importancia de Cosina por tener una porosidad anómalamente tan alta dentro de las condritas ordinarias.

Otros rasgos texturales importantes de Cosina son la presencia de drusas rellenas de cristales euhedrales de olivino y cristales de Fe-Ni, así como de minerales sostenidos por un pequeño "apéndice o pie", como es el caso de minerales de Fe-S que se presentan como cordones muy finos y de cristales de olivino con maclas complejas. También se observan tubos huecos de vidrio, de composición feldespática, en cuyo interior crecieron pequeños cristales <1 μm -2 μm de Fe-Ni y de vesículas desarrolladas en material amorfo de

composición ultrabásica. Pueden observarse texturas de exolución de dos componentes: olivínica y material enriquecido en Fe y Ni. Igualmente, son interesantes los precipitados esferulíticos de piroxeno cálcico sobre piroxeno ferromagnésico, así como condros cubiertos de esférulas vítreas.

La alta porosidad intergranular e intragranular así como la presencia de vesículas en el material vítreo, hacen suponer que posiblemente esos espacios fueron ocupados inicialmente por material y gases condensados durante las primeras etapas de conformación del material primogénico dentro de la nebulosa solar.

En cuanto al origen de las drusas y material tubular semisuspendido en las oquedades, se sugiere un evento posterior a la conformación del material primogénico, por vaporización del material condensado incluido en las oquedades que probablemente fue de azufre formado a partir de FeS como resultado del calentamiento solar durante una de sus fases T Tauri o FU Orionis.