



Acta de la sesión de la ANMM del 24 de agosto del 2016

Sesión Conjunta con la Academia Mexicana de Ciencias: El cráter de Chicxulub y la evolución de la vida.

Antes de iniciar la sesión el Dr. Graue presentó una semblanza del Dr. Urrutia, quien es Presidente de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), miembro de la Junta de Gobierno de la UNAM y Miembro del Colegio Nacional.

Coordinador-Dr. Jaime Urrutia Fucugauchi

Introducción-Dr. Jaime Urrutia Fucugauchi.

El Dr. Urrutia le agradeció al Dr. Graue la oportunidad de presentar la sesión como una de las actividades conjuntas de las Academias y resaltó el interés de seguir estrechando los lazos de colaboración. Informó que desafortunadamente el Dr. Lazcano no podría asistir ya que se encontraba en Japón, y pidió una disculpa en su nombre.

Comentó que el tema que se presentaría sería el de la evolución de la vida enfocándose en 2 presentaciones. La primera de ellas es sobre un evento cálido que se registró en el Paleoceno-Eoceno y que desencadenó muchos cambios en la evolución de las especies, principalmente de los mamíferos.

La segunda presentación se refiere a un evento de extinción masiva que llevó a la extinción de los dinosaurios, con la caída de un meteorito que creó al cráter Chicxulub. El Dr. Urrutia presentó brevemente la historia de la tierra para tener una referencia del tiempo geológico. Comentó que la Tierra y el sistema solar se formaron hace 4568 millones de años, y que la historia de la tierra desde su aparición se había dividido en etapas o eras. El 88% de la historia del planeta está enmarcada dentro del periodo Precámbrico, y en esta etapa sólo había organismos unicelulares. El periodo Precámbrico termina hace 540 millones de años, que corresponde al 12% del tiempo de existencia de la tierra, y en periodo Fanerozoico que se inicia en ese momento con la aparición de organismos complejos multicelulares y luego se da la explosión del Cámbrico, momento que se da inicio a los organismos que podemos ver. Así pues todo el registro fósil corresponde al Fanerozoico. En los últimos 2 millones de años se da la evolución de los homínidos y los humanos.

Dentro del periodo Fanerozoico se pueden distinguir 3 eras, la Paleozoica, la Mesozoica que es la era de los dinosaurios y la Cenozoica que es la era de los mamíferos.



Presentó la observación que es patente en el registro fósil de que más del 99% de las especies que se han desarrollado están extintas ahora, y que junto con la extinción de especies tenemos la aparición de nuevas especies. Resaltó que ha habido cambios en la geografía en continentes y mares desde que se originó la tierra, y dijo que hay una relación muy cercana entre los cambios en el clima y la paleo-geografía con la evolución de la vida.

Estos temas serán los que se presentarán en el simposio.

La anatomía de un evento cálido antiguo Dra. Ligia Pérez Cruz. Experta en el estudio del cambio climático durante las eras geológicas (paleo-climas) y los cambios en el registro fósil. Es vicepresidenta de la Sociedad geológica Mexicana.

La Dra. Pérez-Cruz agradeció a los organizadores de ambas Academias, y comentó que había decidido presentar un enfoque sobre la anatomía del evento geológico que presentaría, haciendo un símil con el trabajo de los médicos.

Presentó que un sistema climático es un sistema complejo en el que todos los componentes interactúan, y entre estos elementos están tanto los propios de la tierra, los mares, la atmósfera, y los seres vivos. Comparó este sistema complejo con el cuerpo humano.

Relató que el clima de la tierra ha cambiado durante toda su historia, y que en sus últimos 65 millones de años se tienen los registros de temperatura. El tema del cambio climático es muy taquillero ya que vivimos en un momento en que enfrentamos un cambio climático global por la actividad del hombre. Se presentará también que los cambios del clima son intrínsecos del planeta en sí.

Comentó que existe registro de la temperatura de los océanos durante los 65 millones de años, en los que es posible ver un pico muy sobresaliente en la frontera entre dos periodos geológicos del tiempo climático, el paleoceno y el eoceno. El pico de temperatura que se registró en este periodo fue un aumento de 5 grados en el promedio de temperatura de la tierra, A este aumento se le denomina el “Máximo termal del paleoceno-eoceno”.

Relató que determinan la temperatura, mediante lo que llamó paleo-termómetros que se basan en la presencia de microfósiles con exoesqueleto de carbonato de calcio, que se denomina micro-plancton calcáreo, Estos microfósiles viven en los primeros 200 metros de la columna de agua o en las rocas, y son marcadores geoquímicos, ya que están altamente acoplados a las condiciones ambientales. El valor del micro-plancton calcáreo se debe a que queda como un registro lo que comen o las condiciones en las que viven estos organismos.



La Dra. Pérez-Cruz comentó que se utilizan para medir la temperatura mediante los microfósiles a algunos métodos que son equivalente a un ultrasonido para ver los sedimentos que dan mayor información, de modo que se haga una intervención en los sitios más adecuados. Este tipo de muestras se toman a través de plataformas marinas que hacen calas, y haciendo una similitud con las biopsias, podemos decir que son “geopsias”.

Cuando hay un cambio de temperatura se ve el cambio de coloración en determinado estrato que corresponde a una era. En el caso que se comenta este cambio correspondió al límite entre paleoceno y eoceno y se debe al cambio en los organismos presentes. Para llegar a esta conclusión se hacen una serie de muestreos continuos para tener una mayor información, porque se ven escalas de miles o millones de años. Los análisis no sólo se basan en el contenido fósil, ya que algunos de los microfósiles dan un rango muy pequeño de temperatura. Además se usan isótopos de carbono-13 y oxígeno-18 en el paleo termómetro. Otro elemento que se aprecia en límite entre paleoceno y eoceno es la reducción de productividad abrupta que coincide con aumento de temperatura.

Se han llevado a cabo la toma de muestras de diferentes partes del mundo para determinar si se trató de un fenómeno global y sí se encontró señal en la mayor parte de los sitios muestreados y es reproducible a los 55 millones de años. Con estos datos se puede concluir que hubo una disolución de los exoesqueletos debido al incremento de la temperatura.

Señaló que no sólo se tienen registros en los océanos (pero ahí se tiene un registro completo) también hay una serie de registros continentales que marcan lo mismo: hubo un aumento en la temperatura de la 55 millones de años. Además dijo que 10 millones antes, hace 65.5 millones de años, ocurrió el evento que presentará el Dr. Urrutia y a partir de ese momento los pequeños mamíferos, principalmente roedores, usaron los espacios que dejaron los dinosaurios. Así pues hace 55 millones de años ya hay muchos mamíferos que se dispersaron, que fueron favorecidos por la extinción de los dinosaurios, y se generan las angiospermas. A partir de este punto se da el origen del grupo de primates del que descendemos, y es aparente que se dispara la talla de los mamíferos.

Comentó que no se sabe cuál fue la causa del calentamiento en este periodo, pero se ha propuesto que fueron los gases de efecto invernadero que se generan por alta actividad volcánica que generó gran cantidad de CO₂, o que se desprendió metano del fondo de los océanos por el propio calentamiento o fraccionamiento del piso oceánico. Otra hipótesis es la configuración astronómica, ya que el eje de rotación varía a través del tiempo geológico. El cambio de ángulo de la tierra produce que se caliente uno de los hemisferios.



En cualquier caso se puede observar que hace 55.5 millones de años hubo un periodo hipertermal, que causó una entrada masiva de bióxido de carbono, lo que provoca la acidificación de los océanos. Captura el CO₂ se forma el ácido de carbónico y disuelve el carbonato de calcio.

Perturbación del CO₂, analogía a lo que pasa ahora. Lo que vemos en los grandes sistemas arrecifales en estas condiciones es que se blanquean los corales por el pH y eventualmente se mueren. Para ejemplificar esta situación la Dra. Pérez-Cruz, presentó los datos de un arrecife que en diciembre de 2014 estaba sano, en febrero de 2015 se blanqueó y en los siguientes 6 o 7 meses ya estaba muerto.

Para terminar, comparó el calentamiento generado por la actividad antropogénica con lo ocurrido hace 55.5 millones de años, cuando se detecta un aumento de 5 o 6 grados centígrados en 170,000 años. En el Paleoceno se generaban 5 millones de toneladas de CO₂ por año, mientras que ahora se generan 30 mil millones de toneladas cada año. Así el incremento de temperatura fue en el Paleoceno de 0.024 grados por cada 100 años, y actualmente el incremento es de 1 a 4 grados en el mismo periodo.

Impacto Chicxulub y extinción de los dinosaurios-Dr. Jaime Urrutia Fucugauchi

El Dr. Urrutia comentó que presentaría las características del impacto del meteorito que generó el cráter del Chicxulub y el efecto que causó en los sistemas vivos del 75% especies que se extinguen junto con los dinosaurios. Reseñaría la evidencia de que esta extinción masiva fue causada por el impacto de un meteorito muy grande en lo que hoy es la Península de Yucatán.

Dijo que los estudios se iniciaron hace ya varios años. El descubrimiento del cráter de impacto se hizo a partir de los estudios de la empresa paraestatal Petróleos Mexicanos (PEMEX), por el Ing. Camargo, profesor de la Facultad de Ingeniería que después trabajó en PEMEX y un consultor norteamericano llamado Glen Penfield.

Reseñó que un tiempo muy largo de la historia de la tierra fue dominado por los dinosaurios (alrededor de 100 millones de años) Hay un registro fósil de dinosaurios muy completo y en la Universidad de Utah existe una colección muy grandes.

Hace 65 millones de años esta situación cambió abruptamente. Como un marco de referencia dijo que hace 2 millones de años se originan los homínidos, y hace 100,000 años salen los primeros humanos de África.

El impacto del meteorito ocurre cuando los continentes y los océanos tenían una distribución distinta, casi no había Océano Atlántico, la India estaba muy cercana a la Atlántida y a Australia y esta distribución cambió con la caída del meteorito. El impacto causó que se formara una capa muy delgada de arcilla en todo el mundo, que tiene 3 o 4 mm de grosor, y produjo un cambio global en la tierra muy abrupto. La extinción



masiva que se desarrolló hace 65.5 millones de años, fue la última de las 5 grandes extinciones, en las que desaparecen el 75% o más de las especies. En la gran extinción anterior a la que causó la extinción de los dinosaurios se extinguió el 90% de las especies y casi desaparece la vida; esto se puede ver en el registro fósil.

La capa delgada que marca la transición entre las eras en que los dinosaurios eran dominantes y en la que los mamíferos predominaron se ha estudiado en muchas partes del mundo para determinar si los patrones en el registro fósil son distintos en cada lugar dependiendo de la distancia al Chicxulub, y así para saber si el efecto tiene que ver con la distancia al cráter; se ha muestreado el Caribe, el Golfo de México y sitios lejano. El Dr. Urrutia comentó que el efecto del impacto del meteorito fue muy grande en la zona del Golfo de México y el Caribe, provocando un tsunami enorme, que se ha estimado que tuvo olas de 150 metros y entró cientos de kilómetros tierra adentro. Es el registro geológico del tsunami más grande que haya existido en toda la historia de la tierra.

La capa de transición está formada por la eyecta del impacto y una capa de arcilla. La arcilla tapó la entrada de luz en toda la tierra. En el cráter la capa mide varios metros, y está formada además de eyecta y la capa de arcilla, por otra capa llamada de fuego, pues se estima que en ese punto la temperatura alcanzó 300 o 400 grados centígrados. Adicionalmente, en las regiones cercanas al cráter se ve una capa en la que no hay rastros de organismos vivos y que se ha llamado la capa “de los océanos vacíos”, esto se explica porque está junto a la capa de fuego y es el impacto que causa que desaparezca toda forma de vida y ya no hay conchas.

El cambio del predominio de los dinosaurios a la de los grandes mamíferos es muy interesante ya que los mamíferos coexistieron por 100 millones de años con los dinosaurios, pero eran de pequeño tamaño, vivían en madrigueras y tenían hábitos nocturnos. Al desaparecer los dinosaurios, los mamíferos aumentan de tamaño y se diversifican. Se pueden calcular el número de generaciones que pasaron para que se diera la evolución de mamíferos pequeños a los grandes.

El Dr. Urrutia comentó que actualmente se realizan estudios encaminados a entender los mecanismos permiten que algunos organismos sobrevivan y otros se extingan.

Adicionalmente señaló que casi todo el estado de Yucatán está en el cráter y más de la mitad del Chicxulub está en el mar, pero no se puede observar porque está cubierto de aproximadamente 1 km de roca, lo que ayuda a que esté muy bien conservado.

Mostró una simulación de lo que sucedería por un impacto de un meteorito más pequeño, en la que es aparente que a 2 segundo del impacto se forma un cráter de arriba de los 10 km y en 5 segundos es de más de 20 km, y el material que se expulsa por el choque llega inclusive fuera de la tierra.



Para terminar el Dr. Urrutia comentó que este año se realizaron estudios en los que participó la UNAM con un consocio internacional. Se exploró la zona del cráter Chicxulub, trabajando en una plataforma del tipo petrolera y se está trabajando con el material recolectado.

Discusión y conclusiones.

- Hubo un comentario en el sentido de que como no le convencía la teoría de que la extinción de los dinosaurios se debía al impacto de un meteorito, pues no le parecía factible que si el impacto fue local, se afectara a toda la tierra. Por esta razón se puso a buscar bibliografía sobre teorías alternativas para explicar la extinción de los dinosaurios. Encontró que además de la explicación de la extinción por el impacto de un meteorito que formó el Chicxulub, hay una teoría del vulcanismo, y otra teoría que afirma que no tiene que ver el impacto, sino que los dinosaurios ya iban en declive antes de este evento. Las publicaciones que presentan estas teorías alternativas parecen serias, y son recientes pues se publicaron a fines del 2015 y en el 2016. En este sentido, le preguntó su opinión a los participantes en el simposio.

El Dr. Urrutia dijo que de hecho hay muchas teorías propuestas para explicar la extinción de los dinosaurios. Sin embargo, en los últimos 20 años se ha estudiado el impacto del meteorito y la evidencia sugiere que es la principal causa; es la que tiene más sustento. Esta teoría se reforzó cuando se estimó el tiempo en que se extinguieron los dinosaurios de manera tan abrupta, y coincidía con el impacto del meteorito. Era difícil explicar por qué, si los dinosaurios se habían adaptaron por muchos años, su desaparición fue tan repentina. La teoría más popular fue la de la actividad volcánica y sigue siendo estudiada. Sin embargo en el estudio de los estratos no se observa la capa de actividad volcánica y esa actividad abarca muchos años que no coinciden con el tiempo de la gran extinción. La extinción de todas las especies se da en un periodo de 2 o 3 años.

La Dra. Pérez Cruz dio evidencias sobre el fechado de los datos de fósiles y cómo refuerza la teoría de que el impacto del meteorito es la causante de la extinción de las especies, incluyendo los dinosaurios. Así como de que el vulcanismo que se dio principalmente en la India y no se explica que esta actividad local tuviera un efecto en todo el mundo.

- Hubo una pregunta sobre si las grandes extinciones coincidían con algún evento geológico, así como cuál era la posibilidad de que vuelva a ocurrir un evento como el impacto del meteorito que creó el Chicxulub.



El Dr. Urrutia, explicó lo que se considera un evento geológico, dijo que la posibilidad de que ocurriera una gran extinción depende en dónde ocurriera el evento, que en el caso del Chicxulub el efecto en los mares, con el descenso del pH, el aumento de temperatura y la caída de los polvos de arcilla. En cuanto al efecto en los continentes se ha postulado que hubo gran cantidad de incendios que aumentaron la temperatura y el polvo que produjo el impacto bloqueó la entrada de luz.

Señaló que la caída de meteoritos es común, pero son de mucho menor tamaño al del que causó el cráter Chicxulub y la extinción de los dinosaurios. Sí es posible que pueda ocurrir otro impacto similar, pero no es muy probable.

- La Dra. Ana Flisser preguntó qué era más importante para la extinción de los dinosaurios; si el aumento de temperatura, (que en el caso que presentó la Dra. Pérez-Cruz fue menor que el aumento que se está presentando hoy por efectos antropogénicos) o la falta de luz.

La respuesta fue que en el caso del impacto del meteorito que creó el cráter Chicxulub participaron ambos fenómenos, En el caso del mar el mayor efecto se debió al envenenamiento por las arcillas que cayeron y al descenso del pH. En el caso de los continentes hubo muchos incendios que aumentaron la temperatura y se oscureció el cielo por las arcillas que se levantaron.

- Hubo otra pregunta en el sentido de que si se sabe si participa la epigenética en la extinción o sobrevivencia de las especies.

El Dr. Urrutia dijo que eso no estaba dentro de su especialidad, pero que podría averiguar qué se sabía al respecto y enviarle la información. Relató que se estaban llevando a cabo estudios con distintos enfoques para entender por qué se habían extinguido unas especies y otras no. Que la Dra. Pérez-Cruz había participado recientemente en la toma de muestras desde una plataforma oceanográfica para emprender estos estudios y que en este proyecto participaba un consorcio internacional.

- El Armando Dr. Mansilla preguntó que dada la importancia de los genes en la evolución, qué pasa con el material genético de los que se extinguen.

La Dra. Pérez Cruz comentó que actualmente, se puede ver en el registro de los fósiles, que sólo sobrevive el 1% de las especies que ha habido en la tierra. Que todas las especies nos extinguiremos, tarde o temprano. Aclaró que la mayor parte del tiempo desde que se originó la vida sólo han existido los microorganismos, como las bacterias que son las células más diversas genéticamente y han resistido a las extinciones, y que estos organismos no se



pueden ver en los registros fósiles. Por ellos serán las especies de microorganismos (y las cucarachas) las últimas en extinguirse.

- El Dr. Fabio Salamanca mencionó que la hipótesis original de que los dinosaurios se habían extinguido por el impacto de un meteorito fue planteada en 1980 por Luis Álvarez, premio nobel de Física y su hijo Walter Álvarez, geólogo de la Universidad de California en Berkeley. Además preguntó cuál había sido la participación de la comunidad científica de México en el estudio del cráter Chicxulub.

El Dr. Urrutia dio una amplia explicación de la gran importancia que ha tenido la participación de los científicos e ingenieros mexicanos en el descubrimiento y estudio del cráter Chicxulub, especialmente la UNAM, empezando por el Ing. Camargo, que fue profesor de la Facultad de Ingeniería y luego fue el encargado de exploración de PEMEX. Que el Ing. Camargo fue el primer jefe del Dr. Urrutia cuando trabajó en PEMEX, antes de incorporarse a la UNAM.

La Dra. Pérez-Cruz complementó la respuesta diciendo que el Dr. Urrutia había sido muy modesto, ya que no mencionó que existe en la UNAM un Programa para la exploración del cráter, encabezado por el propio Dr. Urrutia, que ha sido el que ha realizado gran parte de la investigación en este tema a nivel mundial, que actualmente el Programa cuenta con alrededor de 6 km de muestras de calas obtenidas de distintas regiones y que el consorcio internacional que está realizando la investigación que se comentó, en la que se colectaron muestras en la plataforma oceanográfica, también era encabezado por el Dr. Urrutia.

- El Dr. Graue le pidió a la Dra. Pérez-Cruz que comentara su experiencia en la plataforma oceanográfica.

La Dra. Pérez-Cruz relató que el Dr. Urrutia le había pedido que ella participara en la colecta de las muestras en la Plataforma Oceanográfica debido a su formación como oceanóloga, y que para ella había sido una experiencia muy enriquecedora poder interactuar con los científicos internacionales y con los técnicos que trabajan en la plataforma.

- El Dr. Graue le pidió al Dr. Urrutia que comentara sobre el Museo del Cráter Chicxulub.

El Dr. Urrutia dijo que el trabajo que las implicaciones de los hallazgos hechos con la investigación sobre el Chicxulub no habían sido adecuadamente difundidos entre la población mexicana, que hacía falta una adecuada difusión de toda la información disponible. Con el fin de subsanar esta situación, hace dos años la UNAM creó un museo sobre el cráter Chicxulub que se encuentra en el Parque Tecnológico de Yucatán. Adicionalmente al edificio que alberga al museo,



se están construyendo edificios de laboratorios que permitirán que científicos de todo el mundo puedan realizar investigaciones sobre el cráter en esas instalaciones.

Para finalizar el simposio el Dr. Graue dijo que había sido una espléndida sesión, que había reforzado la relación entre la ANMM y la AMC, que así como se llevaban a cabo cada año sesiones conjuntas con algunas academias como la de Pediatría y la de Cirugía, sería deseable que cada año se realizaran sesiones conjuntas con la AMC, la Academia de Ingeniería, la Academia de Historia, la Academia de la Lengua y el Consejo Mexicano de Ciencias Sociales.

***El texto de esta ponencia se encuentra disponible en la página de la ANM**