

ticas cristalinas laminares, en una región vecina a la dislocación. Según Suits y Low³ el elemento "decorante" en el hierro-silicio es el carbono, que cuando se encuentra en cantidad suficiente llega a precipitar, formando partículas alargadas de carburo paralelas a los planos (100). En la fotomicrografía de la figura 12 se comprueba perfectamente la validez de esta última afirmación, pues las laminillas oscuras reveladas presentan orientaciones paralelas a los lados de las figuras de corrosión cuadradas formadas sobre el plano (100).

Otro hecho, deducido de nuestros experimentos, es que, a menudo, las líneas de dislocaciones, correspondientes a los límites de los subgranos producto de la poligonización, siguen orientaciones próximas a las de la línea de intersección de los planos (111) con la superficie del cristal. Obsérvense, por ejemplo, las figuras 12, 13, 14 y 15.

Los resultados que acabamos de mencionar, conseguidos con la técnica de producir figuras de corrosión, operando en la rama activa de la curva de polarización anódica, y revelar sobre ellas, después, las líneas de dislocaciones, atacando en la rama pasiva, demuestran lo interesante que puede ser dicha técnica para estudiar diversas características de la presentación de dislocaciones y su relación con la estructura cristalográfica.

La figura 11 revela que, durante la deformación plástica del hierro-silicio, parte de las líneas y bandas de deslizamiento que se forman, están constituidas por dislocaciones en hélice. La técnica de ataque, relatada ya, que ha servido para evidenciar dicho tipo de dislocación, sirve además pa-

ra demostrar la abundancia de dislocaciones en hélice en la estructura del hierro-silicio. Las figuras 9 y 10 muestran una acumulación de dichas dislocaciones en regiones vecinas a los límites de grano.

Agradecimientos

Agradecemos al Instituto del Hierro y del Acero de Venezuela la donación recibida para llevar a cabo esta investigación.

Agradecemos también al doctor H. Isava, Decano de la Facultad de Ingeniería y al doctor O. De Sola, Director de la Escuela de Geología, Minas y Metalurgia, el apoyo moral y los valiosos consejos que en todo momento hemos recibido.

Asimismo tenemos que manifestar nuestro reconocimiento al doctor José Royo y Gómez por su valiosa colaboración al redactar el presente trabajo.

Mención especial se hace a los estudiantes de nuestro Departamento, A. Alvarez Fernández y A. Repetto F., por la colaboración que nos prestaron.

Este trabajo fue publicado en la Revista N° 289 del Colegio de Ingenieros de Venezuela.

BIBLIOGRAFIA

1. W. T. Read. *Dislocations in Crystals*, McGraw-Hill Book Co., 1953.
2. Ch. S. Barret. *Estructura de los metales*, Aguilar, 1953.
3. S. Feliu Matas y G. Castro Fariñas. Trabajo a publicar.
4. J. C. Suits y J. R. Low Jr. *Acta Metallurgica*, vol. 5, mayo 1957, p. 285.
5. C. E. Morris. *Met. Prog.*, 56, 1956, p. 696.
6. C. G. Dunn y F. W. Daniels. *Trans. A. I. M. E.*, 191, 1951, p. 147.

notas de la escuela

simposio sobre el origen de la tierra y de los planetas

Nos ha parecido interesante presentar la traducción del informe de B. Yu Levin sobre este Simposio, aparecido en la edición inglesa del N° 7 (1958) de la revista soviética "Geoquímica", publicada por "The Geochemical Society" estadounidense y que se transcribe a continuación. José Royo y Gómez.

Durante la 10ª Asamblea General de la Unión Astronómica Internacional en Moscú, en agosto de 1958, se efectuó un simposio sobre el origen de la Tierra y de los planetas.

Esta fue la primera conferencia internacional hecha sobre ese tema. Aunque el simposio no formaba parte del programa oficial de la Asamblea, atrajo una concurrencia de más de 399 científicos soviéticos y de otros países.

En las dos sesiones del simposio presentaron trabajos los siguientes científicos: H. Jeffreys (Inglaterra), G. Kuiper (EE. UU.), E. L. Ruskol (U. R. S. S.), F. Hoyle (Inglaterra), A. T. Lebedin, SKKI (URSS), E. Schatzman (Francia), B. Yu Levin (U.R.S.S.), V. S. Safronov (U.R.S.S.), H. Urey (EE. UU.).

Jeffreys comentó sobre algunas dificultades astronómicas mayores que encuentran las hipótesis cosmológicas actuales, y expresó su opinión

de que la formación de la corteza terrestre presupone que la tierra fuera en un tiempo completamente fundida. En oposición a estas ideas, Urey dijo que todos los datos que tenemos indican que la formación de la corteza terrestre fue el resultado de una fusión parcial del manto de la Tierra.

Kuiper citó una serie de argumentos que, según él, demuestran que por lo menos los planetas mayores se formaron de protoplanetas macizos de gran tamaño, por la disipación de la masa. En su primer argumento se refirió a la composición química de los planetas, y esto provocó objeciones entre los presentes porque es ahí en donde la hipótesis de Kuiper encuentra dificultades. Kuiper aceptó la crítica contenida en el trabajo de Ruskol y reconoció que su estudio sobre los protoplanetas necesita una revisión.

Hoyle presentó una nueva modificación a la hipótesis de la formación simultánea del sol y la nube protoplanetaria. Durante la formación del sol por la contracción de la nebulosa, en que su diámetro sería diez veces mayor que el actual, la inestabilidad rotacional causó la separación de la materia de la zona ecuatorial. Puede suponerse que en ese tiempo el sol poseía un campo magnético considerable. Los cálculos demuestran que un campo de 100 gauss hubiera sido suficiente para remover de los límites del sistema solar actual al material separado. Esto hubiera retardado la rotación del sol. El enfriamiento gradual de la materia separándose del sol produjo la condensación de los elementos no-volátiles, de los componentes cercanos al sol, y de los elementos volátiles más alejados de aquél. Los planetas terrestres se formaron por el acúmulo de partículas

condensadas cerca del sol, y los planetas gigantes, de las condensadas más allá.

En contestación al trabajo de Hoyle, Urey dijo que, desafortunadamente, los datos químicos no apoyan la explicación de Hoyle. El enfriamiento gradual de la materia hubiera llevado a una diferenciación muy marcada del mismo, de acuerdo al grado de volatilización. Pero los materiales supuestamente no-volátiles de la Tierra incluyen substancias con grados muy distintos de volatilización. Por ejemplo, el mercurio es mucho más volátil que los silicatos y debería haberse condensado a mucha mayor distancia del sol.

Lebedinskii sugirió que la disminución de la cantidad de hidrógeno al pasar de Júpiter a Saturno se debe al recalentamiento de la nube protoplanetaria, causado por la acción dinámica de los cuerpos intermedios formados dentro de ella. El efecto de este recalentamiento fue mucho mayor en los planetas más lejanos, debido a su formación más lenta.

Levin expresó la idea de que, aunque los planetas terrestres capturaron prácticamente toda la materia sólida que había en su zona, la cantidad que originalmente había de ella en la zona de los planetas gigantes sería mayor que su volumen actual. El exceso fue despedido por las turbulencias de esos planetas durante las últimas etapas de su formación. Parte del material expulsado se convirtió en la gigantesca nube de cometas que se extiende a 100.000 unidades astronómicas del sol, descubierta por J. H. Oort.

Los cálculos hechos sobre el porcentaje de acumulación de los materiales de la tierra, que aparecen en el informe de Safronov, demuestran que la formación de la Tierra se completó en aproximadamente

10⁸ años. Durante ese tiempo las partes centrales de la tierra se calentaron a 1.000°C (por calor radiogénico y contracción) pero la superficie quedó siempre fría. El material de los planetas debe haber pasado por procesos de fragmentación y consolidación muchas veces, como lo indica, la estructura de los meteoritos.

Urey inició su conferencia con una revisión de los datos existentes sobre ciertos elementos (Cr, Fe, Ni, Cu, Ga, Zr, In y Pb) cuya proporción es diferente en el sol a la de los meteoritos. En algunos casos, los datos no son suficientemente exactos, pero en otros esta diferencia es aparentemente verdadera. Urey no ha logrado explicar esta diferencia por ningún proceso de separación del material durante la formación de los planetas, y considera esto como indicio de un posible origen distinto del sol y del material planetario. El cree que esta diferencia es un factor químico en favor de la teoría de la captura de la nube protoplanetaria por el sol. Urey presentó también sus cálculos sobre la temperatura (aproximadamente 4-6°K) en la cual una parte considerable del hidrógeno puede haberse condensado dentro de la nube protoplanetaria, asumiendo que la densidad de la nube fuera igual a la densidad Roche o sea, tal que el hidrógeno pudiera separarse en acumulaciones gravitacionalmente estables. Las masas de estas condensaciones son, según los cálculos, menores que las masas de los planetas existentes, y la masa total es aproximadamente 0.35 de la masa del sol.

Comentando el informe de Urey, A. Cameron del Canadá, observa que si la diferencia en el origen del material solar y planetario reside en la diferente abundancia de elementos, debería manifestarse también en

su composición isotópica. Cameron expresó sus dudas sobre la hipótesis de Urey, y dijo que era necesario continuar las investigaciones hasta encontrar el proceso de separación que debió producirse durante una de las etapas de la evolución de la nube protoplanetaria.

Krat presentó su hipótesis según la cual los planetas gigantes se formaron primero, cuando la masa de materia era grande y la radiación del sol era fuerte, y los planetas terrestres se originaron después.

El segundo informe de Kuiper estaba dedicado a la evolución de la superficie lunar y estaba ilustrado con hermosas fotografías de la luna. Estas fotos revelan volcanes lunares, montañas cónicas con suaves colinas parecidas a los volcanes terrestres, especialmente a los submarinos. Considera Kuiper que los cráteres y marías lunares se han producido por la caída de cuerpos de varios tamaños, causando algunas veces torrentes de lava.

Gold habló de las posibilidades de formación del núcleo de hierro de la tierra y de su núcleo en el proceso de calentamiento gradual y fusión parcial del material terrestre. Gold señaló que el movimiento de la materia durante la etapa de diferenciación gravitacional fue muy lento, y pudo ocurrir en cualquier parte a través de poros intercomunicadores, sin formación de grandes flujos.

En conclusión, debe destacarse que la mayoría de los participantes del simposio creen que los planetas se formaron por la acumulación gradual del material sólido. Por lo tanto, este punto de vista que fue desarrollado en EE. UU. por O. Yu. Schmidt, es en la actualidad el principal punto de partida para el desarrollo de la cosmología planetaria en todo el mundo.