

EL MATERIAL VOLCÁNICO-PIROCLÁSTICO
EN
LA SEDIMENTACIÓN CUATERNARIA ARGENTINA

Por MARIO E. TERUGGI

Harto conocida es la importancia que han tenido los fenómenos volcánicos en la historia geológica argentina; en efecto, sabemos que durante el Terciario y el Cuaternario —para no decir nada de los períodos anteriores— se han sucedido las manifestaciones de una actividad volcánica intensa, con sus correspondientes coladas de lavas y depósitos de tobas. En lo que respecta a los sedimentos cuaternarios que se hallan relativamente alejados de los centros volcánicos, diversos autores (Doering, 1907; Frenguelli, 1928, entre otros) han reconocido y descrito intercalaciones de cenizas volcánicas, cuya importancia como medios de intentar posibles correlaciones estratigráficas ha sido señalada reiteradamente tanto en el país como en el extranjero (Schultz y Stout, 1945).

Sin embargo, el reconocimiento de las capas de cenizas volcánicas ha llevado consigo la suposición de que se trataba de niveles accidentales o “extraños”, por así decirlo, dentro de un espesor sedimentario para el que, a menudo tácitamente, se admitía un origen y una naturaleza distintos. A este respecto, debe señalarse que, hasta el presente, poco o nada se ha hecho para conocer la verdadera naturaleza y composición de nuestros sedimentos cuaternarios finos, lo que quizá pueda atribuirse a la ausencia de investigadores especializados en sedimentología y al muy reciente desarrollo —unos treinta años— de los métodos que permiten tales estudios. Efectivamente, si se exceptúan las observaciones de Wright y Fenner (1912) sobre escorias y tierras cocidas, las muy someras de Principi (1915) y las investigaciones puramente químicas de Bade (1920), casi nada se ha publicado sobre la naturaleza íntima de nuestros terrenos cuaternarios. Recientemente, sin embargo, en el Departamento de Ciencias Geológicas del Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias

Naturales de Buenos Aires, se ha concluido una investigación detallada de los sedimentos que afloran en las barrancas entre Mar del Plata y Miramar, y en base a los resultados obtenidos —de pronta publicación— y algunas observaciones personales, creo que es posible presentar un cuadro parcialmente nuevo de la sedimentación cuaternaria, por lo menos en lo que se refiere a la región pampásica bonaerense.

En general, podemos señalar para los sedimentos pampianos o pampeanos las siguientes características:

a) Constancia en la composición granulométrica, pues se trata siempre de limos arenosos o areno-arcillosos, más raramente arenas limosas. En todos los casos, la arena componente de estos sedimentos es muy fina; en algunos niveles es dable observar la presencia de fenoclastos relativamente grandes, pero están constituidos por fragmentos de los mismos limos, que han sido redepositados junto con el material más fino. Por otra parte, las curvas acumulativas muestran que la selección ha sido por lo común muy buena; además, la forma de las curvas es similar a la de las obtenidas del análisis granulométrico de polvos atmosféricos.

b) Constancia en la composición mineralógica, tanto en la de la fracción arena como en las de limo y arcilla. Las variaciones mineralógicas, sobre las que haremos referencia más adelante, no llegan nunca a modificar o alterar la relativa homogeneidad de estos terrenos.

c) Fracción arena constituida esencialmente por minerales de origen volcánico. Esto se reconoce por las siguientes características: abundancia de plagioclasas, predominantemente intermedias o básicas, a menudo zonales; presencia de considerables cantidades de trozos y fragmentos pequeños de pastas de rocas volcánicas (felsitas, andesitas, basaltos); contenido apreciable de vidrio volcánico bajo la forma de trizas (*shards*); asociación de minerales pesados derivados de vulcanitas (hornblendas, piroxenos —augita e hipersteno—, magnetita, etc.). En términos generales, puede estimarse que la cantidad de minerales de origen no volcánico o indeterminable llega a lo sumo a un 30 por ciento, con frecuencia a mucho menos. De ello resulta que el cuarzo, cualquiera sea su origen, es poco abundante en estos sedimentos (15 a 20 % es lo común).

d) La fracción limo en su mayor parte, y la arcilla en su casi totalidad, están constituidas por un mineral que ha podido ser identificado como perteneciente al grupo de la montmorillonita. Este montmorillonite ha derivado de la descomposición del vidrio volcánico, y la investigación microscópica, efectuada con ciertas precauciones, permite reconocer su origen vítreo. En consecuencia, las fracciones finas deben considerarse como constituidas casi enteramente

por vidrio volcánico alterado, junto con el cual se hallan cantidades apreciables de vidrio fresco.

Estas cuatro características permiten inferir que los sedimentos pampeanos representan depósitos continentales alóctonos, constituídos en su casi totalidad por material volcánico-piroclástico que ha sido transportado y depositado primariamente por acción eólica. En base a esto, debemos considerar que, de todas las teorías primitivas emitidas sobre el origen de nuestros sedimentos cuaternarios (cuyas reseñas y citas bibliográficas pueden consultarse en los trabajos de Roth, 1920, y Frenguelli, 1925), la más acertada es la de Bravard, quien ya en 1857 defendió el origen eólico y en gran parte volcánico de la formación pampeana, anticipándose en trece años a von Richthofen (el cual, según Russell, 1944, formuló su teoría eólica del loess en 1870) y en veinticinco a Howorth (1882), que postuló el origen volcánico de los sedimentos loésicos. Por otra parte, nuestros resultados coinciden suficientemente con los obtenidos por F. González Bonorino (comunicación personal), que estudió algunos sedimentos cuaternarios de la Capital Federal.

Este tipo de sedimentación, que podríamos denominar eolo-volcánica, no es exclusiva de nuestros sedimentos terrestres. En un estudio realizado sobre los sedimentos marinos del golfo San Jorge (Teruggi, 1954), tuve oportunidad de demostrar que, en esa región, el material componente de los fangos terrígenos de la plataforma continental es también de origen volcánico-piroclástico y ha sido transportado por los vientos. Es evidente, entonces, que estamos en presencia de una vastísima sedimentación eolo-volcánica que abarca, según se podría juzgar por las escasísimas informaciones sedimentológicas de que disponemos, por lo menos toda la región que va desde el sur del golfo San Jorge hasta Buenos Aires; naturalmente que al considerar esta zona tenemos en cuenta tanto los sedimentos terrestres como los que se han depositado en la plataforma continental. Por su amplitud espacial y temporal (en su facies continental abarca como mínimo todo el Cuaternario), esta sedimentación parece ser una de las más notables del mundo.

Reconocido el origen de nuestros depósitos cuaternarios en la zona mencionada, quedan una serie de cuestiones cuya respuesta no es fácil de hallar. En primer lugar, se plantea la pregunta de cuál puede ser el área o región de procedencia del material volcánico-piroclástico; entramos con esto en un campo altamente especulativo, puesto que nuestro desconocimiento de la composición y características mineralógicas de la mayoría de las rocas argentinas obliga a efectuar suposiciones, cuya verdad sólo podrá verificarse mediante estudios posteriores. Pese a estas dificultades, creo que lo más acertado es

considerar a la región occidental y sudoccidental que bordea a la zona pampásica bonaerense como aquella de donde ha provenido el material. Algunas observaciones que he efectuado sobre sedimentos rionegrenses del valle del Río Negro, además de las realizadas por López Alaniz (1954), demuestran que hay bastante concordancia, pese a la diferencia en el tamaño de los granos, entre la composición mineralógica de esos depósitos, que es también decididamente de origen volcánico, y los sedimentos cuaternarios en cuestión; más aun, he podido comprobar, en base a ciertas características (forma, desgaste, tipo de inclusiones, etc.), que el abundante hipersteno del Rionegrense es similar al de los sedimentos pampeanos, lo que denotaría un origen común o la derivación del segundo a partir del primero. Estos hechos, más la abundancia en la región mencionada de rocas volcánicas y piroclásticas del tipo requerido (andesitas, basaltos, etc.), para explicar la asociación mineralógica de los sedimentos pampeanos, justifican la suposición de que efectivamente sea ésta la zona de donde provino el material volcánico-piroclástico. En lo que respecta a su transporte, bastaría con que, en el Pleistoceno, los vientos predominantes y/o de mayor intensidad hayan procedido, como lo hacen ahora, del oeste y sudoeste; Frenguelli (1933), que ha estudiado la marcha de la ceniza volcánica de la erupción del volcán Quiza-Pu, nos suministra un buen elemento de juicio en favor del transporte del material piroclástico en las direcciones señaladas.

Es evidente, dada la finura del material, que éste ha sido transportado en suspensión por corrientes aéreas, y se ha ido depositando lentamente, como un manto sedimentario, en la superficie de los terrenos y en las aguas oceánicas. Este material eólico debe de haber caído, en el primer caso, en una llanura con vegetación herbácea, o sobre él, una vez depositado, se ha desarrollado esta vegetación, como lo demuestra la abundancia de células silíceas de gramíneas y otras plantas. Sin embargo, en algunos niveles del Cuaternario, la curva normal de frecuencia es de tipo bimodal, con un máximo secundario poco acentuado en las admixturas correspondientes a arena mediana. A su vez, esta admixtura está esencialmente compuesta por minerales pesados (augita, hipersteno, granates y opacos) con excelente redondeamiento, lo que denota prolongada acción abrasiva en ambiente desértico; puede interpretársela, por lo tanto, como material que ha sido ocasionalmente arrastrado por tracción de vientos intensos. Esta interpretación no excluye la posibilidad de que parte de este material más grueso haya caído al mar y llevado por corrientes hasta las costas bonaerenses, de donde puede haber sido levantado por los vientos e incorporado al material más fino traído en suspensión. Recordemos también que Frenguelli (1940) ha descrito

el transporte de rodados adheridos a plantas acuáticas, lo que es otra posibilidad que no debe descartarse. De cualquier modo, se requieren estudios sobre la marcha del material sedimentario a lo largo de nuestras costas para la dilucidación de estas cuestiones.

Creo conveniente destacar aquí que el hecho de que los sedimentos cuaternarios estén constituidos en su mayor parte por material volcánico-piroclástico no significa que en el Pleistoceno se hayan repetido, continua e incesantemente, las erupciones volcánicas. Con todo, las explosiones deben haber sido muy frecuentes (véase al respecto la lista de explosiones que menciona Frenguelli (1930) para los volcanes de la serie meridional de los Andes durante los siglos XIX y parte del XX), y sus productos se han incorporado, sin duda alguna, a los sedimentos cuaternarios, dando origen principalmente a las capas de cenizas volcánicas que se han señalado en los perfiles de distintos lugares. Sin embargo, es posible que el grueso del material provenga, como ya lo señalara Bryan (1945) con respecto a sedimentos similares de México, de depósitos de tobas o rocas volcánicas sobre los que ha actuado el viento en forma deflasiva, levantando las partículas finas y transportándolas a un nuevo ambiente de sedimentación. Si esta suposición es correcta, buena parte del material componente de nuestros terrenos cuaternarios debe de haber pasado por dos ciclos sedimentarios como mínimo: uno, en el Cuaternario o cualquier período anterior, que originó los sedimentos tobáceos; y otro, exclusivamente Cuaternario, que engendró los terrenos pampeanos sobre la base del material derivado del primer ciclo.

Esta posibilidad está abonada por un hecho que es necesario destacar. Los sedimentos cuaternarios son *inmaduros*, o sea que contienen en excelente estado de frescura abundantes minerales que, en diverso grado, son fácilmente alterables, como plagioclasas, anfíboles, piroxenos, etc. Esto indica que el ambiente de sedimentación cuaternario no ha reunido las condiciones físicas y químicas necesarias para producir la alteración de estos minerales, o bien, simultánea o alternativamente, que no ha transcurrido el tiempo necesario para ocasionar esa alteración. Sin embargo, como ya mencionara, las fracciones más finas de nuestros sedimentos están compuestas en su mayor parte por un montmorillonóide, derivado de la alteración del vidrio volcánico. Pero hay más todavía: junto al vidrio descompuesto, en los mismos terrenos, hay trizas vítreas perfectamente frescas. Si aceptamos la opinión autorizada de Grim (1953) de que la bentonita (montmorillonóide) no se origina por meteorización y que la alteración del vidrio en montmorillonita se efectúa singénica o parasingénicamente, es decir, junto con la depositación o poco tiempo después, entonces debemos concluir que el vidrio alterado no se ha

descompuesto *in situ*, sino que ha sido transportado, hasta los lugares donde se depositó, ya transformado en montmorillonita. Esto explicaría la coexistencia, en el mismo depósito, de vidrio totalmente alterado y de vidrio fresco, pues si la descomposición hubiese actuado después de la depositación, todo el vidrio debería hallarse alterado o en vías de estarlo. Según esta interpretación, las trizas vítreas frescas no serían otra cosa que el material incorporado a los sedimentos durante las explosiones volcánicas cuaternarias, o sea coetáneas con los depósitos, mientras que el vidrio alterado puede ser cuaternario o de cualquier otra edad geológica.

Todas estas consideraciones indican la necesidad que tenemos de un mejor conocimiento de nuestros sedimentos piroclásticos, que bajo la forma de tobas, tufitas y cineritas se distribuyen por amplias regiones del país. El estudio mineralógico-estratigráfico de nuestros depósitos tobáceos —que ni siquiera está iniciado, según los conocimientos a mi disposición—, junto con el de nuestras vulcanitas, puede suministrar la clave para establecer más precisamente el problema de la procedencia del material sedimentario cuaternario. Conjuntamente, debería investigarse el modo y las condiciones de alteración de las tobas, lo que, aparte de su interés práctico, servirá para determinar los procesos diagenéticos que pueden haber sufrido los terrenos pampeanos.

El estudio de tobas y tufitas —en especial de las terciarias y cuaternarias— es también necesario para intentar efectuar correlaciones. Ya he dicho que, en general, la composición mineralógica de los terrenos cuaternarios es relativamente homogénea, hecho éste que acrecienta el valor de las intercalaciones de cenizas volcánicas para correlacionar estratos de distintos lugares. Lo dicho no significa que no hay variaciones en la composición mineralógica, sino que las mismas no son lo suficientemente marcadas, cuali o cuantitativamente, para permitir ensayar, sin grandes riesgos, el reconocimiento de zonas mineralógicas diferenciales con cierta facilidad. Por lo tanto, el problema de correlacionar mineralógicamente los sedimentos pampeanos deberá ser diferido hasta que contemos con abundantes datos sedimentológicos, que permitirán comprobar si ciertas variaciones son locales o regionales. Con todo, en nuestro estudio de los sedimentos de la zona Mar del Plata-Miramar hemos podido distinguir, trabajando en detalle, algunas zonas mineralógicas que ofrecen perspectivas de ser utilizables en correlaciones stratigráficas.

En base a las consideraciones precedentes se puede concluir que nuestros sedimentos loessoides cuaternarios son de origen desértico, o sea que se han formado por la acción de los vientos que han transportado el material fino de regiones áridas o semiáridas. Empero, el

reconocimiento de la gran participación eólica en el transporte del material no es del todo suficiente, pues un depósito de loess puede —y a menudo lo es— ser retrabajado y redepositado por la acción de aguas continentales (lluvias, ríos, arroyos, lagunas, etc.). Por consiguiente, es necesario acumular gran número de observaciones y datos, con el fin de tratar de establecer si se puede distinguir, sedimentológicamente, un material loésico de directa depositación eólica de uno que ha sido reelaborado por las aguas, o sea entre lo que ha sido denominado, respectivamente, loess y limo por Frenguelli (1925), loess y material loessoide (*loesslike*) por Russell (1944) o loess primario y loess secundario por Obruchev (1945). La importancia de este problema, estrechamente vinculado con cambios climáticos, ha sido destacada por investigadores modernos (Smith, 1949), pero hasta ahora no disponemos de métodos sedimentológicos seguros que permitan su solución, salvo quizás el contenido de carbonato de calcio, considerable en el loess y muy bajo en los sedimentos loessoides, que fuera señalado por Frenguelli (1925) y otros autores (Russell, 1944). Personalmente, creo que un estudio sedimentológico comparativo permitirá resolver esta cuestión, pero por el momento me es imposible agregar nada más, a causa de que los sedimentos que hemos investigado hasta ahora son todos de tipo “limo” o material loessoide.

Pese a que esta pequeña contribución presenta más problemas que los que resuelve, confío en que deje un saldo positivo basado en los hechos observados: la demostración de la importancia extraordinaria que tiene el material volcánico-piroclástico en nuestra sedimentación cuaternaria, hasta el punto de tener que confesar que estamos en presencia de sedimentos para los cuales carecemos de adecuada denominación, pues al parecer difieren totalmente de otros similares europeos, norteamericanos y asiáticos, sobre los cuales tampoco hay gran abundancia de datos sedimentológicos. No obstante, es de confiar que en los años venideros se intensifiquen estas investigaciones —no desprovistas de interés práctico, ya que el hombre vive esencialmente sobre y del Cuaternario— y que de entre las filas geológicas se destaquen algunos estudiosos que quieran contribuir a la solución de estos problemas.

LISTA BIBLIOGRAFICA

- BADE, F., 1920. *Investigaciones petroquímicas del loess pampeano*. Rev. Museo La Plata, tomo XXV, pág. 213-236.
- BRAVARD, M., 1857. *Registro estadístico del Estado de Buenos Aires*.
- BRYAN, K., 1945. *Glacial versus desert origin of loess*. Am. Jour. Scie., tomo 243, nº 5, pág. 245-248.

- DOERING, A., 1907. *La formación pampéenne de Córdoba*. Rev. Museo La Plata, tomo XIV, pág. 172-190.
- FRENGUELLI, J., 1925. *Loess y limos pampeanos*. An. Soc. Arg. Est. Geogr. "GAFA", n^o 1, pág. 1-88.
- FRENGUELLI, J., 1928. *Observaciones geológicas en la región costanera sur de la Provincia de Buenos Aires*. An. Fac. Cienc. Educ., tomo II, pág. 1-145. Paraná.
- FRENGUELLI, J., 1933. *I vulcani delle Ande e l'eruzione del Quiza-Pú*. Le vie d'Italia e del mondo, año I, n^o 1, pág. 95-112. Milán.
- FRENGUELLI, J., 1940. *Un mecanismo poco conocido para el transporte y la dispersión de rodados marinos*. Notas Museo La Plata, tomo V, Geol. 10, páginas 185-192.
- GRIM, R. E., 1953. *Clay Mineralogy*. Mc Graw-Hill Book Co., New York.
- HOWORTH, H. H., 1882. *The loess - a rejoinder*. Geol. Mag., 2^a Ser., vol. 9, pág. 343-356.
- LÓPEZ ALANIZ, Y. A. L. de, 1954. *Contribución al conocimiento de los sedimentos y el suelo de la alta terraza del valle del río Colorado*. Ann. Acad. Scient. Fennicae, Ser. A, n^o 37, pág. 1-28.
- OBRUCHEV, V. A., 1945. *Loess types and their origin*. Am. Jour. Scie., tomo 243, n^o 5, pág. 256-261.
- PRINCIPI, P., 1915. *Alcune osservazioni sul loess del territorio argentino*. Boll. Soc. Geol. Italiana, vol. XXXIV, pág. 219-224.
- ROTH, S., 1920. *Investigaciones geológicas en la llanura pampeana*. Rev. Museo La Plata, tomo XXV, pág. 135-342.
- RUSSELL, R. J., 1944. *Lower Mississippi Valley loess*. Bull. Geol. Soc. Am., vol. 55, n^o 1, pág. 1-40.
- SCHULTZ, C. B. y STOUT, T. M., 1945. *Pleistocene loess deposits of Nebraska*. Am. Jour. Scie., tomo 243a, n^o 5, pág. 231-244.
- SMITH, H. T. U., 1949. *Physical effects of pleistocene climatic changes in nonglaciated areas, etc.* Bull. Geol. Soc. Am., tomo LX, pág. 1485-1516.
- TERUGGI, M. E., 1954. *Características granulométricas y mineralógicas de algunos fangos del Golfo de San Jorge (Rep. Arg.)*. Rev. Inst. Nac. Inv. Cienc. Nat. Bs. As., Geol., tomo III, n^o 3, pág. 229-246.
- WRIGHT, E., y FENNER, C. N., 1912. *Petrographic study of the specimens of loess, tierra cocida and scoria collected by the Hrdlicka-Willis Expedition*. Bur. Ethnology, Bull. 52, pág. 15-41.