

EL PACIFICO SUD-ORIENTAL DURANTE LA EPOCA PALEOMAGNETICA
BRUNHES: BREVE CONSIDERACION PALEOCEANOGRAFICA

Por:

Adolfo Molina Cruz
Centro de Investigación Científica y
Educación Superior de Ensenada
Espinoza No. 843
Ensenada, B.C., México

RESUMEN:

La interpretación paleoceanográfica del contenido de radiolarios y de cuarzo de dos núcleos sedimentarios, provenientes de las cercanías del Paso Drake, sugiere que hace aproximadamente 700,000 años, en el contacto paleomagnético Brunhes/Matuyama, ocurrió un crecimiento marcado de la masa de hielo de la Antártida. Posteriormente, hace aproximadamente 400,000 años, hubo un desvanecimiento considerable de esta masa de hielo.

Durante los últimos 700,000 años, la "Zona del Frente Polar Antártico" se ha desplazado latitudinalmente entre su posición presente y aproximadamente 7° de latitud más al norte.

ABSTRACT:

The contents of radiolarians and quartz of two sediments cores from near the Drake Passage is paleoceanographically interpreted. This interpretation suggests that a considerable waxing of the Antarctic ice mass occurred approximately 700,000 years ago, close to the paleomagnetic boundary Brunhes/Matuyama. A significant waning of the Antarctic ice occurred approximately 400,000 years ago.

During the last 700,000 years, the Antarctic Polar Front has shifted between its present position and 7° of latitude further north.

INTRODUCCION:

Algunos desplazamientos latitudinales de la "Zona del Frente Polar" (para definición de esta zona véase Gordon, 1971) han ocurrido concurren-

temente con engrosamientos o desvanecimientos de la masa de hielo continental de la Antártida (Schoot, 1939; Lisitzin, 1962). A menudo, estos desplazamientos son inferidos a través de los registros bioestratigráficos y litoestratigráficos de núcleos de sedimentos colectados alrededor de la Antártida (Phillip, 1910; Hays, 1965, 1967; Donahue, 1967; Hays y Opdryke, 1967; Geitzenauer, 1969, 1972; Kennett, 1970; Huddlestun, 1971; Hays et.al. 1976). Sin embargo, ha sido difícil llevar a cabo estudios paleoceanográficos a causa de las grandes diferencias en el promedio de acumulación sedimentaria entre sitio y sitio, y los efectos erosionales observados en los núcleos provenientes del área bajo la influencia de la corriente circumpolar Antártica (Molina-Cruz, 1978).

Como un nuevo intento, el análisis paleoceanográfico de dos núcleos, (V17-92 y RC17-213) localizados sobre la "Zona del Frente Polar", (Fig. 1), es discutido en este trabajo.

METODOS:

Las muestras de sedimentos de los núcleos utilizados en este trabajo, fueron proporcionados por "Lamont-Doherty Geological Observatory of Columbia University" mediante el proyecto multi-institucional CLIMAP. Estas muestras consistentes en aproximadamente 2 c.c. de sedimento fueron tomadas a lo largo de cada núcleo en intervalos de 5 cm., desde su ápice hasta los 125 cm. Los núcleos fueron obtenidos utilizando el método del pistón.

El montaje de radiolarios sobre portaobjetos fué hecho siguiendo la técnica desarrollada por Moore (1973) y más tarde "refinada" por Molina-Cruz (1978).

Para cada núcleo, la biozoación en base a radiolarios establecida por Hays (1965, 1967) y subsecuentemente correlacionada a la estratigrafía paleomagnética por Hays y Opdyke (1967) fué definida hasta el contacto ψ/X (Fig. 1; este contacto es aproximadamente equivalente al contacto Brunhes/Matuyama).

Posteriormente, a través de la técnica de funciones transformadas ("transfer function technique") de Imbrie y Kipp (1971) se estimaron valores de paleo-temperaturas y paleo-factores, los que se emplearon para estructurar los histogramas que se presentan en las Figuras 1 y 3. La técnica de funciones transformadas de Imbrie y Kipp ha sido ampliamente discutida en publicaciones afines a este trabajo (Ejem. Molina-Cruz, 1977 y referencias ahí citadas) por lo que no se discutirá aquí.

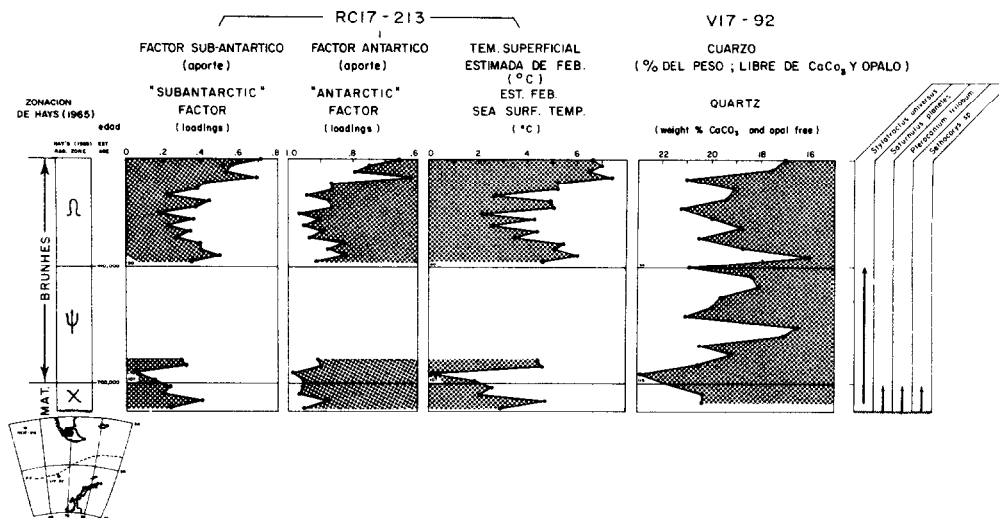


Figura 1. Registro de "factores (conjuntos) de radiolarios" y de paleotemperatura para el núcleo RC17-213, y registro del contenido de cuarzo para el núcleo V17-92. Estos dos núcleos fueron "cronoestratigráficamente" correlacionados de acuerdo a la biozonación de Hays (1965, 1967) y a las inflexiones marcadas, cerca de los contactos Ω/ψ y ψ/X , que sugieren los eventos climáticos discutidos en el texto. La correspondencia entre los contactos de la biozonación y la estratigrafía paleomagnética (sobre la izquierda) es de acuerdo a Hays y Opdyke (1967).

El contenido de cuarzo en las muestras del núcleo V17-92 fué determinado mediante difracción de rayos X, observando las indicaciones hechas por Ellis (1972). El registro del cambio del contenido de cuarzo a lo largo de este núcleo (Fig. 3A) fué analizado para apoyar las interpretaciones paleoceanográficas.

RESULTADOS Y DISCUSIONES:

La dificultad de realizar estudios paleoceanográficos del área que está bajo la influencia de la Corriente Circumpolar Antártica, no es sólo por las grandes diferencias en promedio de acumulación sedimentaria entre sitio y sitio, y por efectos erosionales, sino también por complejidades paleoecológicas: en algunos intervalos de la columna geológica, los diferentes grupos planctónicos (e.g. radiolarios, foraminíferos, diatomeas, coccolitofóridos) aparentemente han guiado a inferencias paleoceanográficas opuesta; es decir, mientras que algunos grupos parecen señalar "condiciones calientes" (Kennett, 1970;

Huddlestum, 1971), otros grupos parecen indicar "condiciones frías" (Geitzenauer, 1969, 1972). A pesar de tales dificultades, en este trabajo se presentan nuevas evidencias que apoyan sugerencias paleoceanográficas para ciertos intervalos del "tiempo geológico".

La biozonación radiolaria definida para los núcleos V17-92 y RC17-213 se muestra en la Figura 1, donde también se muestra su correlación "cronoestratigráfica". El contacto ψ/X fué establecido en el núcleo RC17-213 relativamente fácil, sin embargo, debido a la casi nula presencia de *Stylatractus universus* (Hays, 1970; Hays y Shackleton, 1976), se determinó que en este núcleo falta la mayoría de la biozona ψ . A causa de este hecho, la parte intermedia del núcleo RC17-213 fué correlacionada "cronoestratigráficamente" al núcleo V17-92 en base a inflexiones marcadas de los registros paleoclimáticos.

En la Figura 2, se muestra la distribución geográfica moderna de los conjuntos (= factores) de radiolarios que fueron analizados paleoceanográficamente en este trabajo. Esta distribución es discutida en detalle en Molina-Cruz (1978); sin embargo aquí se enfatiza que el conjunto "Antártico" es dominante al sur de los 50° S de latitud, donde prevalecen aguas frías (>8°C) asociadas con la circulación circumpolar. Así mismo, se señala que la distribución del conjunto "Subantártico" refleja el área geográfica ocupada por la masa de agua superficial subantártica (8 a 15°C en temp.), mostrando la incursión de esta masa de agua tanto en la Corriente de Chile como en la Corriente Cabo de Hornos; estas corrientes fluyen sobre la costa de Sud América hacia el Norte y hacia el Sur respectivamente.

Oceanográficamente hablando, los registros de los conjuntos de radiolarios a lo largo del núcleo V17-92 indican que este sitio ha estado dominado por la influencia de la masa de agua superficial Antártica durante la mayor parte de la época Brunhes (Fig. 3C), y por lo tanto la temperatura superficial ha variado sólo ligeramente (1 a 2°C; Fig. 3B). Sin embargo, el registro del contenido de cuarzo (Fig. 3A) sugiere que la producción de icebergs y consecuentemente del flujo de terrígenos hacia el mar ha experimentado fluctuaciones considerables varias veces durante la época paleomagnética Brunhes. A través de este registro de concentración de cuarzo, es claramente sugerido un "intervalo caliente" en la base de la biozona Ω y un "intervalo frío" cerca del contacto Brunhes/Matuyama. El "intervalo caliente" en la base de la biozona Ω fué antes sugerido por Hays (1965, 1967) analizando radiola-

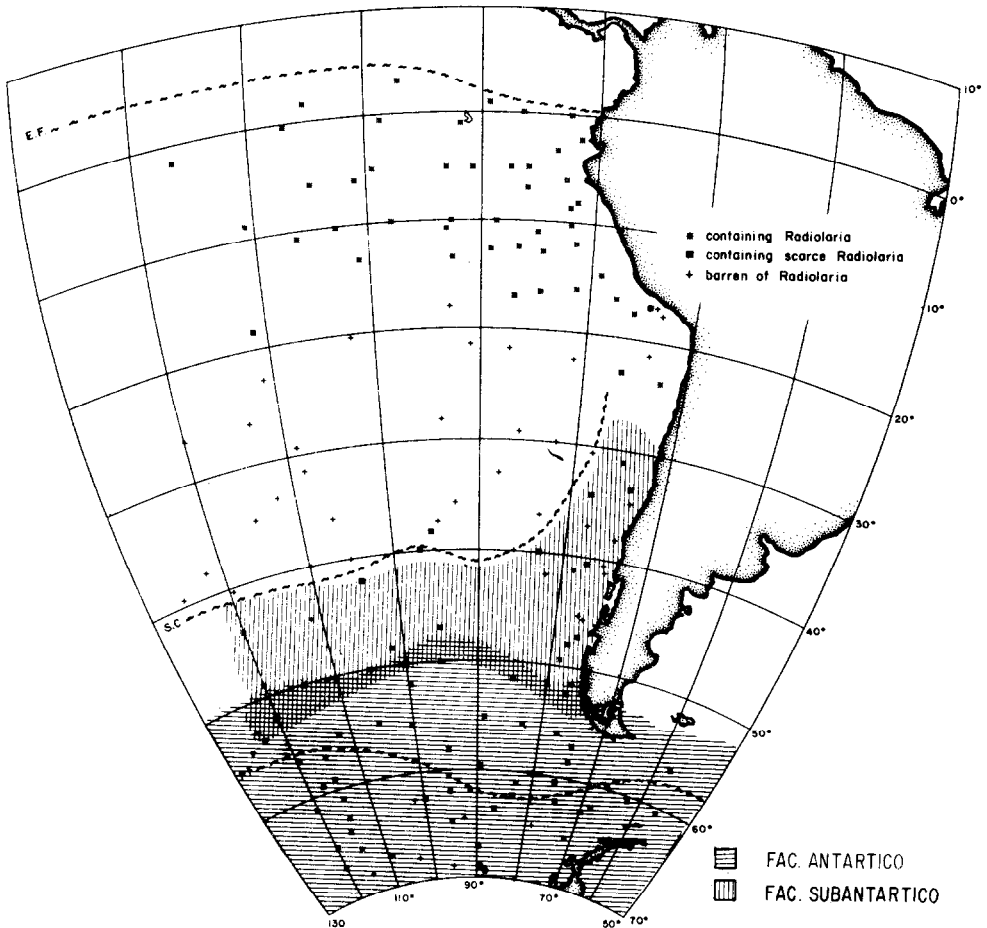


Figura 2. Regiones en que los "factores (conjuntos) de radiolarios Antártico y Subantártico" tienen valores mayor ó igual a 0.3. P.F= Frente Polar; S.C= Convergencia Subtropical; E.F= Frente Ecuatorial.

rios, por Kennett (1970; máximo No. 5) analizando foraminíferos, y por Geitzenauer (1972) analizando cocolitos. El "intervalo frío" en el contacto Brunhes/Matuyama fue primero sugerido por Fisher (1968) analizando componentes litológicas y posteriormente apoyado por Kennett y Watkins (1970) analizando foraminíferos. Luego entonces, la complejidad paleocológica antes mencionada no es tan grande para estos intervalos, permitiendo incrementar nuestra confianza en las inferencias paleoclimáticas aquí discutidas.

El núcleo RC17-213 está localizado justo al norte de la "Zona del Frente Polar", en una posición ideal para grabar desplazamientos de las masas de agua Antártica y

NUCLEO V17-92

CORE V17-92

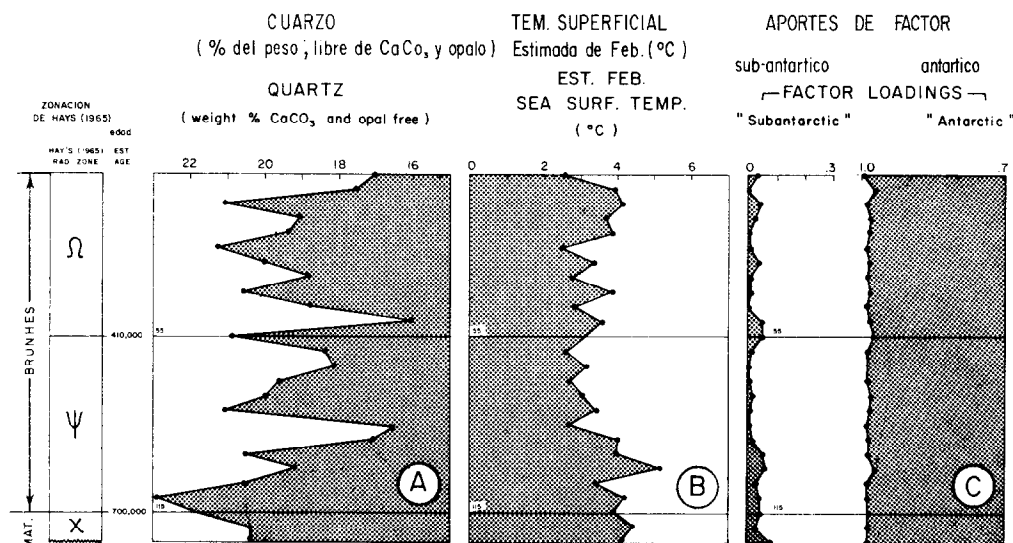


Figura 3. Registros de contenido de cuarzo (Fig. A), de paleotemperatura superficial (Fig. B), y de valores de "factores (conjuntos) de radiolarios" (Fig. C) para el núcleo V17-92. Véase la Figura 1 para los detalles estratigráficos.

Subantártica. A través de los registros faunísticos y de paleotemperatura del núcleo RC17-213, (Fig. 1) es aparentemente fácil reconocer el "intervalo caliente" y el "intervalo frío" antes inferidos en el núcleo V17-92. En base a estos intervalos climáticos diferibles, así como a la presencia de especies índices de radiolarios de la biozonación de Hays (1965, 1967), el núcleo RC17-213 fué "cronológicamente" correlacionado con el núcleo V17-92 (Fig. 1). La base de la biozona ψ presente en el núcleo RC17-213 presenta material retrabajado.

El rango de las variables faunísticas y el de temperatura es mayor en los registros del núcleo RC17-213 que en los registros del núcleo V17-92 (Figs. 1 y 3); por lo que se deduce que durante la época de Brunhes han ocurrido cambios oceanográficos más drásticos en la región ocupada actualmente por el medio subantártico que en la región ocupada actualmente por el medio Antártico. Esto aparentemente es debido a que el rango de desplazamiento del Frente Polar abarca principalmente desde su posición presente hasta aproximadamente 7° más al norte (Fisher, 1968; Hays, et.al., 1976).

CONCLUSIONES:

La interpretación paleoceanográfica de registros de conjuntos de radiolarios y de contenido de cuarzo de los núcleos RC17-213 y V17-92, provenientes de las cercanías del paso de Drake, sugieren que hace 400,000 años, en la base de la biozona Ω de Hays (1965, 1967), ocurrió un desvanecimiento considerable de la masa de hielo de la Antártida. Anteriormente, aproximadamente hace 700,000 años, cerca del contacto Brunhes/Matuyama, ocurrió un crecimiento significativo de esta masa de hielo. El estudio de los dos núcleos sugiere que durante los últimos 700,000 años la "Zona del Frente Polar" se ha desplazado desde su posición presente hacia el norte, posiblemente hasta 7° de latitud.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco al M. en C. Román Lizárraga A., la crítica y sugerencias a este trabajo. Mi aprecio al grupo de Geología Marina de la Escuela de Oceanografía de "Oregon State University" que me proporcionó las facilidades de sus laboratorios y servicios de computación electrónica. Las muestras de sedimentos fueron otorgadas por "Lamont-Doherty Geological Observatory of Columbia University" a través del proyecto CLIMAP.

BIBLIOGRAFIA:

- DONAHUE, J., 1967. Diatoms as indicators of Pleistocene climatic fluctuations in the Pacific Sector of the Southern Ocean, In: Progress in Oceanography (ed. M. Sears), Vol. 4, London, Pergamon Press, p. 133-140.
- ELLIS, D.B., 1972. Holocene sediments of the South Atlantic Ocean: the calcite compensation depth and concentration of calcite, opal and quartz. M.S. Thesis, Corvallis, Oregon State University, 77 p.
- FISHER, V., 1968. The Southern Ocean 700,000 years ago. Sedimentology Research Laboratory Dept. of Geology, Florida State University, Contribution 28, 97 p.
- GEITZENAUER, K.R., 1969. Coccoliths as late Quaternary paleoclimatic indicators in the Subantarctic Pacific Ocean. Nature, Lond., 223: 170-172.
- LISITZIN, A.P., 1962. Bottom sediments of the Antarctic. In: Antarctic Research Geophys. Monogr. No. 7, Am. Geophys. Union, Washington, D.C., p. 81-88.
- MOLINA-CRUZ, A., 1977. The relation of the Southern Trade Winds to upwelling processes during the last 75,000 years. Quaternary Res., 8 (3): 324-338.

- GEITZENAUER, K.R., 1972. The Pleistocene calcareous nannoplankton of the Subantarctic Pacific Ocean. *Deep-sea Res.*, 19: 45-60.
- GORDON, Arnold L., 1971. Antarctic Polar Front. In: *Antarctic Research Series 15, Antarctic Oceanology I*, (ed. J.L. Reid) Am. Geophys. Union, Washington, D.C., p. 205-221.
- HAYS, J.D., 1965. Radiolaria and Late Tertiary and Quaternary History of Antarctic Seas. In: *Biology of the Antarctic Seas II. Antarctic Research Series 5*. American Geophys. Union, p. 125-184.
- HAYS, J.D., 1967. Quaternary sediments of the Antarctic Ocean. In: *Progress in Oceanography* (ed. M.Sears), V. 4, London, Pergamon Press, 117-131.
- HAYS, J.D., 1970. Stratigraphy and evolutionary trends of Radiolaria in North Pacific deep-sea sediments. *Geol. Soc. of America, Memoir 126*, 185-218.
- HAYS, J.D., and N.D. Opdyke, 1967. Antarctic Radiolaria, magnetic reversals, and climatic change. *Science*, 158 (3804): 1001-1011.
- HAYS, J.D., and N.J. Shackleton, 1976. Globally synchronous extinction of the radiolarian *S. universus*. *Geology*, 4: 649-652.
- HAYS, J.D., J.A. Lozano, N. Shackleton, and G. Irving, 1976. Reconstruction of the Atlantic and Western Indian Ocean Sectors of the 18,000 B.P. Antarctic Ocean. *Geol. Soc. of Amer., Memoir 145*, 337-372.
- HUDDLESTON, P., 1971. Pleistocene paleoclimate based on Radiolaria from subantarctic deep-sea cores. *Deep-sea Res.*, 18: 1141-1143.
- IMRIE, J., and N.G. Kipp, 1971. A new micropaleontological method for quantitative paleoclimatology: application to a late Pleistocene Caribbean core. In: *The Late Cenozoic Glacial Ages* (ed. K.K. Turekian), Yale University Press, New York, p. 71-181.
- KENNETT, J.P., 1970. Pleistocene paleoclimates and foraminiferal biostratigraphy in subantarctic deep-sea cores. *Deep-Sea Res.*, 17: 125-140.
- KENNETT, J.P., and N.D. Watkins, 1970. Geomagnetic polarity change, volcanic maxima and faunal extinction in the South Pacific. *Nature*, 227: 930-934.
- MOLINA-CRUZ, A., 1978. Late Quaternary Oceanic Corridor along the Pacific Coast of South America. Ph.D. Thesis, Oregon State University. 246 p.

- MOORE, T.C., Jr., 1973. Method of randomly distributing grains for microscopic examination. *J.Sed.Petrol.*, 43 (3): 904-906.
- PHILIPP, E., 1910. Die Grundproben, Deutsche Subpolar-Expedition, 1901-1903, Vol. 2, *Geogr.Geol.*, Pt. 6, Berlin, p. 415-616.
- SCHOTT, W., 1939. Deep-sea sediments of the Indian Ocean. In: *Recent Marine Sediments* (ed. P.D.Trask), Amer. Assoc.Petrol.Geol., Tulsa, p. 396-408.

Recibido: octubre 10 de 1979.