

Zoisita-clinozoisita.—Estos dos minerales se describen juntos a causa de sus semejanzas en las propiedades ópticas. Ambos se encuentran principalmente como granos incoloros irregulares de birrefringencia moderada, aunque comunmente muestran colores anómalos "ultra-azules" de

interferencia debido a la fuerte dispersión de sus ejes ópticos. De una manera general, la distribución estratigráfica de zoisita-clinozoisita corre más o menos paralela con la del epidoto. Asociados con glaucofano, caracterizan a la parte inferior de la formación La Rosa del Oligoceno en el campo de La Rosa (Manger, 1938).

BIBLIOGRAFIA

- BRAMLETTE, M. N., 1929 "Natural Etching of Detrital Garnet", Amer. Mineral., Vol. 14, Nº 9, pp. 336-37.
- BUCHER, W. H., 1950. "Geologic-Tectonic Map of Venezuela", Geol. Soc. America.
- BUCHER, W. H., 1952. "Geologic Structure and Orogenic History of Venezuela", Geol. Soc. America Mem. 49.
- DRYDEN, A. L., 1931. "Accuracy in Percentage Representation of Heavy Mineral Frequencies", Proc. Nat. Acad. Sci., Vol. 17, pp. 233-38.
- FEO-CODECIDO, G., 1953-1954. "Notas Petro-lógicas Sobre Formaciones que Afloran en la Región de El Baúl (Estado Cojedes)", Bol. de Geol. (Caracas), Vol. III, Nº 8, pp. 109-21.
- FUNKHOUSER, H. J., SASS, L. C. y HEDBERG, H. D., 1948. "Santa Ana, San Joaquín, Guarío, and Santa Rosa Oil Fields (Anaco Fields), Central Anzoátegui, Venezuela", Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., Vol. 32, Nº 10, pp. 1851-1908.
- HAAS, M. W. y HUBMAN, R. G., 1937. "Notes on the Stratigraphy of the Bolívar Coastal Fields, Maracaibo Basin, Venezuela", Bol. de Geol. y Min. (Caracas), T. I, Nos. 2-4, pp. 115-55.
- HEDBERG, H. D., 1928. "Some Aspects of Sedimentary Petrography in Relation to Stratigraphy in the Bolívar Coast Fields of the Maracaibo Basin, Venezuela", Jour. Paleon., Vol. 2, Nº 1, pp. 32-42.
- HEDBERG, H. D., 1950. "Geology of the Eastern Venezuelan Basin (Anzoátegui-Monagas-Sucre-Eastern Guárico Portion)", Bull. Geol. Soc. America, Vol. 61, Nº 11, pp. 1173-1216.
- HEDBERG, H. D. y SASS, L. C., 1937. "Synopsis of the Geologic Formations of the Western Part of the Maracaibo Basin, Venezuela", Bol. de Geol. y Min. (Caracas), T. I, Nos. 2-4, pp. 73-112.
- HEDBERG, G. D., SASS, L. C., y FUNKHOUSER, H. J., 1947. "Oil Fields of Greater Oficina Area, Central Anzoátegui, Venezuela", Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., Vol. 31, Nº 12, pp. 2089-2169.
- KAUFMANN, G. F., 1950. "Modern Methods in Petroleum Exploration", Quart. Colorado School Mines, Vol. 45, Nº 1 B, pp. 39-69.
- KRUMBEIN, W. C. y PETTIJOHN, F. J., 1938. "Manual of Sedimentary Petrography. D. Appleton-Century Company, Inc., New York and London.
- KRUMBEIN, W. C. y SLOSS, L. L., 1951. "Stratigraphy and Sedimentation, W. H. Freeman and Company, San Francisco, California.
- KRYNINE, P. D., 1946. "The Tourmaline Group in Sediments", Jour. Geol., Vol. 54, Nº 2, pp. 65-87.
- LARSEN, E. S. y BERMAN, H., 1934. "The Microscopic Determination of the Nonopaque Minerals", 2d ed., U. S., Geol. Survey Bull. 848.
- LEROY, L. W., 1950. "Subsurface Geologic Methods", 2d ed., Colorado School Mines.
- LIDDLE, R. A., 1946. "The Geology of Venezuela and Trinidad", 2d ed., Paleon. Research Inst., Ithaca, New York.
- MANGER, G. E., 1938. "Notes on the Stratigraphy of the Younger Tertiary Formations of the Bolívar Coastal District, State of Zulia, Venezuela", Bol. de Geol. y Min. (Caracas), T. II, Nos. 2-4, pp. 56-79.
- MENCHER, E., FICHTER, H. J., RENZ, H. H., WALLIS, W. E., RENZ, H. H., PATTERSON, J. M. y ROBIE, R. H., 1953. "Geology of Venezuela and Its Oil Fields", Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., Vol. 37, Nº 4, pp. 690-777.
- MILNER, H. B., 1940. "Sedimentary Petrography", 3d ed. Thomas Murby and Company, London.
- PETTIJOHN, F. J., 1941. "Persistence of Heavy Minerals and Geologic Age", Jour. Geol., Vol. 49, Nº 6, pp. 610-25.
- PETTIJOHN, F. J., 1949. "Sedimentary Rocks. Harper and Brothers, New York.
- SUTTON, F. A., 1946. "Geology of Maracaibo Basin, Venezuela", Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., Vol. 30, Nº 10, pp. 1621-1741.
- TWENHOFEL, W. H., TYLER, S. A., 1941. "Methods of Study of Sediments, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York and London.

micropaleontología

definición, historia y estado actual

frances charlton de rivero

Capítulo introductorio del libro Micropaleontología, actualmente en preparación por los doctores F. Ch. de Rivero y P. J. Bermúdez.

La micropaleontología es una rama especializada de las ciencias geológicas que se ocupa del estudio de los restos de organismos diminutos que se encuentran conservados, frecuentemente en abundancia y variedad casi inconcebible, en las rocas sedimentarias de nuestro globo. Constituye por lo tanto una especialización dentro del campo de la paleontología general, y al igual de ésta, guarda estrechas relaciones por un lado con las ciencias geológicas, especialmente la estratigrafía y la sedimentología, por otro con las biológicas tales como la biología general, la zoología y la botánica sistemáticas, la oceanografía, la biogeografía, la genética, etc., apoyándose en todas estas ciencias a la vez que aporta datos valiosos para los adeptos de todas y cada una de ellas.

La separación de la micropaleontología como una especialización dentro de la paleontología general, y su enseñanza como materia distinta en los **pensa** de la carrera de Geología, obedece primariamente a motivos de índole práctica, ya que en cuanto a los principios que la rigen y las finalidades que persigue, es inseparable de la ciencia madre. Pero el estudio de los fósiles microscópicos exige técnicas especiales de recolección y preparación, así como también conocimientos de la estructura y clasificación sistemática de determinados grupos de plantas y animales, más detallados, de los que se pueden impartir en un curso de la paleontología general, motivo por que la paleontología de los vertebrados y la Paleobotánica también figuran como materias distintas. A di-

ferencia de estas especializaciones, sin embargo, la micropaleontología ocupa un lugar privilegiado como una ciencia **aplicada** en vasta escala en la industria petrolera, la que en todos los países mantiene laboratorios costosamente equipados y emplea centenares de profesionales y técnicos de laboratorio especializados, puesto que los estudios micropaleontológicos de las rocas penetradas por los taladros, en combinación con los de registros eléctricos y otros métodos físico-químicos, han demostrado sobradamente su valor económico en la industria. La precisión en la identificación y correlación de las formaciones del subsuelo, lograda dentro de los últimos treinta o cuarenta años por medio de los estudios micropaleontológicos constituye uno de los adelantos más impresionantes de las ciencias geológicas, a la vez que un ejemplo señero de la estrecha relación entre la "ciencia pura" y la "aplicada", las que a veces se pretende representar como antagónicas cuando son en realidad las dos caras de una misma moneda. Hubiera sido imposible el desarrollo vertiginoso de la micropaleontología aplicada si no fuera por el caudal de conocimientos acumulados durante más de un siglo por la labor paciente y minuciosa de tantos investigadores, inspirados por el afán puro de descifrar los secretos de la Naturaleza; mientras que a su vez las aplicaciones comerciales han servido de poderoso estímulo y ayuda a las investigaciones cada vez más profundas del mundo, de lo pequeño de que se ocupa nuestra ciencia. Es placentero señalar a este respecto la actitud progresista de las empresas petroleras, cuyos dirigentes han prestado decidido apoyo moral y financiero a las investigaciones micropaleontológicas aun cuando las aplica-

ciones inmediatas de éstas no se perfilaban en el momento dado.

Analicemos ahora algunos de los factores responsables por la importancia de la Micropaleontología. En primer término, se destaca la **abundancia de los microfósiles**, en comparación con la pobreza en restos de organismos macroscópicos que frecuentemente se observa en los mismos estratos. Esto a su vez se debe a diversos factores, como lo son:

a) la abundancia relativamente mucho mayor de los microorganismos, en comparación con los de mayor tamaño, en los mares actuales y del pasado. De la misma manera que abundan mucho más los restos de los invertebrados marinos que los vertebrados, debido al predominio numérico de aquéllos, predominan en un grado infinitamente mayor los microorganismos, fenómeno por demás conocido de los biólogos marinos, quienes describen el agua del mar en los niveles superficiales y bien iluminados como un verdadero "caldo" de animales y plantas microscópicas. Podemos citar al efecto las observaciones de Alcides d'Orbigny, precursor insigne de la Micropaleontología, quien en 1839 al estudiar los foraminíferos de Cuba y de las Antillas, escribió que "hemos encontrado hasta 480.000 ejemplares en una sola dragma de arena, o 3.840.000 en una onza. Estas proporciones multiplicadas en una escala más grande, en una vara cúbica por ejemplo, exceden todas las previsiones humanas y aumentan tanto el número de los decimales que cuestra trabajo concebirlo".

b) Por otra parte, aunque a primera vista parece paradójico, los delicados esqueletos calcáreos o silíceos de que están revestidos tantos de los microorganismos, frecuentemente sufren menos daño del roce de las arenas, la acción de los anima-

les predadores o necrófagos del fondo, el ataque de las bacterias y el peso de los sedimentos suprayacentes, que no las conchas o caparazones de los invertebrados mayorés.

c) Además, los microorganismos, hablando en términos generales (ya que grupos individuales pueden estar sujetos a factores restrictivos) tienen un espectro ecológico mucho más amplio que los macroorganismos o sea que se adaptan a mayor variedad de ambientes marinos. La mayoría de los organismos cuyos restos se estudian en la Macropaleontología, son habitantes de mares someros, encontrándose en rocas sedimentarias formadas en semejantes ambientes del pasado, en regiones de relativa estabilidad tectónica. Estas formaciones, que tienden a aflorar en los bordes de las cuencas sedimentarias, constituían el material de la Geología en sus primeros tiempos y mientras ésta se restringía al estudio de los afloramientos; pero al paso que las exploraciones geológicas del subsuelo iban dirigiéndose hacia los sedimentos en las partes más profundas de las cuencas o a regiones geosinclinales, la escasez de los microfósiles se hacía cada vez más sensible. Se ha reconocido siempre en la macropaleontología el valor de ciertos grupos de organismos independientes de las condiciones del fondo marino; los que flotaban o nadaban a la deriva, como son los graptolites del Paleozoico antiguo y los amonites mesozoicos; pero son relativamente contadas tales formas, y los varios factores arriba mencionados en contra de su amplia representación al estado fósil, en contraste con los microorganismos, hacen que la casualidad juegue un papel demasiado grande en su accesibilidad potencial como fósiles característicos. Entre los microorganismos, en contraste, hay muchos grupos que a la

vez son planctónicos (es decir, vivían flotando en los mares abiertos) y provistos de esqueletos aptos para ser conservados al estado fósil, como son ciertos foraminíferos, los radiolarios, los tintínidos y otros.

El otro factor de importancia primordial que le imparte tanto valor a la Micropaleontología como ciencia aplicada, es fácil de apreciar; es sencillamente que dada la abundancia relativa de los microfósiles aunada a su tamaño diminuto, basta una muestra de poco volumen y recogida frecuentemente casi al azar, para proporcionar ejemplares suficientes para que el micropaleontólogo pueda emitir una opinión sobre la edad geológica de los estratos. Más aún, la fragmentación de los sedimentos producida por los taladros rotatorios o de percusión que se utilizan en la industria petrolera, no afecta a la gran mayoría de los microfósiles presentes en las rocas, siendo factible la recolección de los fragmentos triturados y la separación de los ejemplares encerrados en ellos; hecho éste de gran trascendencia en los primeros años de la expansión de la industria petrolera, cuando aún no se había perfeccionado la técnica de la extracción de testigos de la magnitud lograda hoy en día, operación que por lo demás siempre implica gastos adicionales de consideración.

A las ventajas ya señaladas, hay que añadir la siguiente: que debido a la abundancia de los microfósiles el investigador puede utilizar los **métodos estadísticos** en el análisis de diversos aspectos tan interesantes como la abundancia relativa de las especies en diferentes niveles estratigráficos, o en sedimentos de diferentes facies, o la variabilidad dentro de una especie individual. Tales estudios se reconocen universalmente como de gran importancia en la

paleontología, pero en el caso de los microfósiles muchas veces quedan inoperantes por escasez de material.

En el siglo pasado y hasta en los mismos años cuando la micropaleontología empezaba a aplicarse en escala mayor, muchos de los adeptos de la paleontología dudaban del valor de los microfósiles como indicadores precisos de niveles estratigráficos. En especial, dudaban del valor de los foraminíferos, uno de los primeros grupos en ser utilizados y todavía el más importante, basándose en parte en un menosprecio de la complejidad de los protozoarios a cuya gran división del reino orgánico pertenecen estos organismos; en parte en un concepto erróneo de la inestabilidad de las especies dentro del grupo, propalado en el siglo pasado por algunos investigadores de los foraminíferos y quienes los habían estudiado principalmente en su aspecto biológico. Afortunadamente, este concepto equivocado ha sido completamente subsanado, de manera que los investigadores actuales de la repartición estratigráfica detallada de otros tipos de protozoarios o protofitas todavía, insuficientemente estudiados (como, por ejemplo, los radiolarios) no se hallan perjudicados por el pesimismo de sus propios colegas.

Hechas estas consideraciones sobre la importancia de la Micropaleontología, pasamos a considerar algunos aspectos de su metodología y de su contenido que ayudan a precisar sus relaciones con, y diferencias de, la Paleontología en el sentido general. Dado el tamaño tan diminuto de los restos, su presencia en los sedimentos frecuentemente no se aprecia a simple vista, siendo necesario el empleo de técnicas más o menos complejas para separar y prepararlos para el estudio. Estas técnicas, que pueden variar considerable-

mente según el tipo de microfósiles, a estudiarse, se discutirán en mayor detalle en los capítulos siguientes, pero podemos adelantar aquí, que pueden variar desde muy sencillos, por ejemplo, la eliminación de la fracción más fina del sedimento mediante un simple lavado seguido por la extracción mecánica o manual de los microfósiles (como se puede hacer generalmente con los foraminíferos y los ostrácodos); hasta una serie de operaciones con reactivos químicos de varios tipos, como para los estudios de los radiolarios, los pólenes fósiles, las diatomeas y otros grupos, procedimientos que pueden variar según el carácter de la roca, el grupo de restos que se quiere estudiar, etc. La industria petrolera emplea gran número no sólo de micropaleontólogos titulares sino de técnicos y ayudantes de laboratorio, cuyo rendimiento y satisfacción personal sin duda se beneficiaría con mayor conocimiento de la Micropaleontología.

De acuerdo con el grupo de microorganismos a estudiarse, se utilizan microscopios (generalmente binoculares) cuyo aumento puede variar desde entre 10 y 15 diámetros hasta 100 (para los microfósiles de mayor tamaño) hasta más de 1.000 diámetros como son los utilizados en los estudios de los pólenes fósiles, las diatomeas, etc.; en el caso de las investigaciones más profundas de ciertos tipos de microfósiles, hasta se ha tenido que recurrir al microscopio electrónico. Hay que recordar, sin embargo, que el empleo del microscopio no es criterio terminante para distinguir la Micro- de la Macropaleontología, ya que son muy contados los tipos de fósiles para cuyo estudio el microscopio no se ha convertido en accesorio casi obligado de cualquier trabajo serio. Por otra parte, debemos notar que entre los gru-

pos cuyo estudio se asigna universalmente a la Micropaleontología, ciertas especies pueden alcanzar dimensiones tales que su presencia en las rocas se nota a simple vista y a veces se logra una identificación preliminar con la lupa de mano; como ejemplos tenemos especialmente ciertos foraminíferos como los Fusulínidos, los Numulítidos y los llamados "orbitoidales", cuyos caparazones pueden alcanzar varios milímetros y hasta unos centímetros de diámetro. En todos estos casos, sin embargo, las especies demuestran una complejidad asombrosa en su organización interna, que contradice totalmente el concepto popular de los Protozoarios como organismos "primitivos" o "sencillos" y exige para su utilización en la estratigrafía precisa; la preparación de láminas delgadas.

Puesto que no existe una demarcación terminante entre la Micro- y la Macropaleontología, por cuanto ambas se basan en los mismos principios, persiguen las mismas finalidades y a veces emplean las mismas técnicas del estudio microscópico, la definición del campo que debe abarcar la Micropaleontología varía ligeramente según el criterio individual, influido a su vez por el cuadro geográfico-geológico de la región a ser investigada, la abundancia relativa de los diferentes tipos de microfósiles, el valor comprobado de éstos para el esclarecimiento de la estratigrafía local; el interés personal de cada quien y hasta el factor económico que puede imponer limitaciones de equipo o de bibliografía. Se admite universalmente, sin embargo, que constituyen materia propia de la ciencia los estudios de:

1) Restos de plantas y animales cuyo tamaño es normalmente tan diminuto que no solamente su identificación científica sino con frecuencia la determinación de su presen-

cia o ausencia misma no puede verificarse sin el uso del microscopio. Estos pueden ser:

a) Animales o plantas microscópicos, clasificados como Protozoarios, Protofitas o (en algunos esquemas modernos) como miembros de un tercer Reino orgánico, Protistas: aquí tenemos, como los grupos más importantes, a los Foraminíferos (Protozoarios, Rizópodos), los Radiolarios (Protozoarios), los Tintínidos o Calpionélidos (Infusorios o Ciliados); los Flagelados cuya clasificación se discute entre los reinos vegetal y animal, Silicoflagelados, Dinoflagelados, Coccolitofóridos y otros; y las algas silíceas o Diatomeas. Entre estos microorganismos, hay varios que tenemos que describir como de afinidades biológicas desconocidas: los Discoastéridos, Histricosféridos, Quitinozoarios, **Nannoconus**, etc.

b) Subdivisiones de grandes grupos del reino animal en su mayoría representados por animales de tamaño macroscópico, pero en las que pueden existir agrupaciones sistemáticas menores, normalmente representadas por especies de tamaño microscópico; por ejemplo, los Ostrácodos y los Concostráceos entre la clase de los Crustáceos.

2) También constituyen material de la Micropaleontología, las partes aisladas de organismos más grandes que corrientemente se encuentran en los sedimentos y que pueden ser utilizadas como fósiles característicos; sin referencia a los caracteres del organismo total. Entre los microfósiles de esta categoría mencionaremos los **conodontos**, microfósiles de forma denticulada, comunes en muchas formaciones paleozoicas, pero cuyas afinidades biológicas o siquiera el papel que habrán jugado en el cuerpo, se desconocen totalmente; no obstante, son excelentes fósiles indicativos de niveles estratigráficos determina-

dos. Las **esporas** y los **pólenes** de las plantas son otros, puesto que aun cuando sea imposible llegar a identificar con precisión la planta originaria, se puede generalmente utilizar estos restos aislados.

Otros tipos de restos aislados que se utilizan o se aspira a poder utilizar, son: los **Histricosféridos**, esferas orgánicas espinosas de afinidades biológicas desconocidas; los **otolitos** o huececillos óticos de los peces, y las escamas de los mismos; los **escolecodontos** o elementos bucales de gusanos marinos; las plaquitas dermales de los holotúridos; y en menor grado, las espículas de esponjas y de alcionarios. Para la clasificación práctica de tales restos aislados, se recurre generalmente a esquemas artificiales basados en las formas.

3) Finalmente, debemos considerar el caso de los fragmentos o etapas juveniles de organismos de mayor tamaño, cuyo estudio normalmente corresponde a la micropaleontología, y las especies diminutas de tales grupos. La inclusión de estos restos en los estudios micropaleontológicos depende en parte de las circunstancias y en parte del criterio personal de cada quien. Por ejemplo, el estudio de los equinodermos fósiles constituye normalmente un ramo de la micropaleontología, pero tratándose de regiones o de partes de la columna donde abundan restos fragmentarios y etapas juveniles de ellos, ciertos especialistas consideran que su estudio corresponde a la micropaleontología; lo mismo rige para los restos fragmentarios de otros grupos, p.e.j., los briozoarios, graptolites, estromatoporoides, etc. Puesto que la utilización de tales restos exige extensos conocimientos de los organismos enteros, es evidente que al incluirlos como materia de la micropaleontología, ésta incluiría toda la paleontología general además del es-

tudio de los organismos microscópicos excluidos de ella, no obstante, autoridades de tanto peso como Cro-neis (1941) han sostenido que un curso de micropaleontología debe considerar tales restos. Frente a este dilema nos hemos permitido cierta arbitrariedad en la inclusión o exclusión de ciertos grupos "marginales", como se observará en los capítulos siguientes; para la mayoría, nos hemos limitado a señalar, en los capítulos generales sobre la clasificación sistemática de los organismos, que tales o cuales partes aisladas pueden presentarse en las muestras. Ya que este texto está dirigido principalmente a los investigadores de las formaciones post-paleozóicas, juzgamos que una consideración detallada de muchos de tales grupos alargaría en exceso la materia. Por otra parte, hemos incluido algunos capítulos sobre grupos cuya descripción como "microfósiles" podría dudarse, como son: los pequeños moluscos pelágicos Heterópodos y Pterópodos, y los escafópodos cuyas dimensiones alcanzan unos milímetros; la importancia de los pterópodos como componentes de los sedimentos oceánicos modernos y su frecuente presencia en los terciarios, nos parece que justifica el tratarlos como microfósiles al igual de los conostráceos. También hemos incluido un capítulo sobre las algas calcáreas, las que muchos autores modernos incluyen en el Reino Protistas y las consideran como tales materia micropaleontológica. Existe además un motivo de peso, que ellas se presentan generalmente en los mismos tipos de sedimentos que contienen macroforaminíferos, de modo que en la ausencia o escasez de éstos nos conviene poder ayudarnos con el estudio de los restos vegetales.

En cuanto a la importancia relativa de los diversos tipos de microfósiles, no cabe duda de que el primer

puesto corresponde a los foraminíferos, protistas o protozoarios marinos dotados de una concha o caparazón normalmente calcárea. No solamente son excelentes fósiles característicos, sino que generalmente abundan más que los otros tipos, por lo menos en las formaciones post-paleozóicas, aunque en ciertas de las paleozóicas y especialmente las más antiguas, están sobrepasados por los ostrácodos. Ya en el Paleozóico más moderno los caparazones de los Fusulinidos constituyen frecuentemente la mayor parte de las rocas, y en otros terrenos más modernos, especies de macroforaminíferos pueden jugar un papel semejante, como en las calizas cretácicas de Orbitolinas, y las de Numulites, Discocyclinas y Lepidocyclinas en el Terciario. No son solamente estas especies grandes cuyos caparazones se distinguen a simple vista, las que pueden jugar un papel preponderante en la composición de los estratos rocosos, sino también las especies microscópicas, sobre todo las planctónicas o flotantes que vivían en los mares abiertos. Actualmente, vastas regiones de los fondos marinos están cubiertas por los **barros de Globigerinas**, formados por las conchas de estos foraminíferos, que pululan en los océanos en las zonas templadas y tropical. Margas y calizas de origen semejante se encuentran a partir del Cretáceo período en que por primera vez algunos foraminíferos se adaptaron a la vida flotante. Es de advertir que la abundancia de las especies planctónicas en los sedimentos del pasado no implica necesariamente que éstos se hayan depositado en profundidades comparables con las de los barros de Globigerinas actuales, ya que por otros indicios se sabe que frecuentemente corresponden a aguas más someras donde las conchitas livianas fueron llevadas por las corrientes y

los vientos. Además de su abundancia, las especies planctónicas han resultado ser excelentes fósiles característicos, ya que las investigaciones modernas han derribado el concepto que originalmente se tenía de ellas, de que se hubieran variado poco o nada desde su origen. Por estos motivos, entre una de las especializaciones más pujantes de la micropaleontología moderna, hay que señalar el **estudio de las especies planctónicas**.

El segundo puesto de importancia se podría discutir entre los **ostrácodos**, diminutos crustáceos cuya importancia para las correlaciones de las formaciones paleozóicas fue apreciada desde los primeros años de la aplicación comercial de nuestra ciencia; y las **esporas** y los **pólenes**, cuyo estudio comprende una especialización dentro de la micropaleontología general, denominada la **Palinología**. Ambos grupos de microfósiles están siendo investigados afanosamente tanto en los laboratorios comerciales como en los claustros universitarios, puesto que ambos complementan o hasta sustituyen los foraminíferos en los sedimentos de ambientes nomarinos o mixtos; los ostrácodos, adaptados a un espectro ecológico más variados que los foraminíferos, se pueden presentar en aguas dulces o salobres además de las marinas; mientras que las esporas de las plantas inferiores en los terrenos antiguos y los pólenes de las angiospermas en formaciones más modernas, predominan en sedimentos terrestres pero se extienden también hacia las regiones costeras, hallándose a veces hasta en sedimentos de mares someros. Con la ayuda de estos dos tipos de microfósiles, los geólogos por primera vez pueden aspirar a lograr subdivisiones y correlaciones precisas de muchas formaciones pobres o estériles en fósiles macroscópicos.

Otros muchos tipos de microfósiles tienen interés actual o potencial para determinados sectores de la columna geológica o para ciertos tipos de rocas; los **conodontos** en muchas formaciones paleozóicas, especialmente las lutitas negras; los radiolarios que al igual de los formaminíferos, pueden acumularse en tanta abundancia que formen una roca sílicea llamada radiolarita; las algas síliceas microscópicas llamadas diatomeas, que habitan aguas dulces y marinas, y otros que veremos más detalladamente en las páginas siguientes. En años recientes, nuevas técnicas de preparación y mayor afán por investigar los microfósiles excesivamente diminutos —los "nanofósiles", como los llama Pokorny— cuyas dimensiones se miden en milésimas de milímetros en comparación con las décimas que corresponden a los microfósiles utilizados hasta últimamente, han dado a conocer muchos tipos interesantes que sin duda asumirán mayor importancia en el futuro. Es ya tan compleja la Micropaleontología, que bien podría denominarse en plural, las ciencias micropaleontológicas. Aún en el estudio de un grupo más restringido, p.e.j., los Foraminíferos, son tan complejas algunas subdivisiones que su estudio constituye ya una especialización propia. Son tan diversificados los Ostrácodos, que todavía está por escribirse el primer manual que trate todos los géneros extinguidos y actuales.

En resumidas cuentas, son amplias las perspectivas de la ciencia y muchos los frutos que ha de dar, si se consiguen obreros para el viñedo. Al enaltecer el valor de la Micropaleontología en la Geología aplicada, no debemos subestimar su importancia como auxiliar en otras muchas ramas de la ciencia pura o aplicada. Una de las ciencias de mayor actua-

lidad es la Oceanografía, que en su aspecto biológico exige conocimientos de precisamente los mismos microorganismos de que se ocupa el micropaleontólogo. La Palinología tiene aplicaciones en la Medicina y hasta en la apicultura. Nuevos datos aportados por nuestra ciencia, sin duda contribuirán a aclarar muchos capítulos oscuros de la evolución de los seres orgánicos en nuestro planeta; la evolución de las plantas terrestres, tan poco conocida antes del Carbonífero, se vislumbra ya como de mayor antigüedad de lo postulado, ya que esporas de plantas vasculares se conocen del Silúrico asociadas con graptolites, y hallazgos aún más antiguos están pendientes de confirmación. (Hoffmeister, 1959). Bajo condiciones favorables, hasta microorganismos desprovistos de partes duras de millones de años de antigüedad han llegado a nuestros ojos, como los Ofiobólidos descubiertos por Werzel (1933) en lilitas cretáceas. Los delicados flagelos o latiguillos de estos organismos, difíciles de conservar intactos en preparaciones biológicas de los protozoarios vivos, se perpetuaron intactos en la sílice coloidal del fondo, luego transformada en roca durísima. Puede que algún día se realice el sueño de los paleontólogos, de poder reconstituir la vida de los tiempos registrados en las rocas sedimentarias más antiguas conocidas en nuestro planeta, los sistemas precámbricos.

Breve historia de los estudios micropaleontológicos

Un breve recuento de los antecedentes de la Micropaleontología no puede faltar en este capítulo introductorio, tanto más porque en la obra tan valiosa que sobre el nacimiento y desarrollo de las ciencias

geológicas ha redactado F. D. Adams (1938), ni siquiera se menciona esta rama de la paleontología. Más imperiosamente que en cualquier otra de las ciencias geológicas, los paleontólogos tienen la obligación de cultivar el sentido de la tradición profesional y de rendir justicia a sus precursores, por estar obligados a respetar en la nomenclatura de las especies, los trabajos que en este campo se han publicado desde mediados del siglo XVIII, cuando el insigne naturalista Carlos Linneo ideó el sistema de denominaciones científicas para las especies biológicas que todavía lleva su nombre.

Los estudios micropaleontológicos, naturalmente, no pudieron adelantarse a la invención del microscopio compuesto por A. van Leewenhoek en 1677, si bien algunos de los macroforaminíferos eran conocidos ya de los griegos y romanos, llamándole la atención al "padre de la Historia", Heródoto, los numulites que abundan en la vecindad de las pirámides egipcias, los que interpretó como "lentejas petrificadas". Con la divulgación de las observaciones de Leewenhoek sobre los "animalitos" o "infusorios" que él había observado en las aguas de charcos e infusiones de vegetales, los adeptos a la filosofía natural como se denominaban las ciencias naturales en ese entonces) no tardaron en utilizar el nuevo aparato para penetrar en el mundo de lo pequeño. El primero en describir restos que ahora se estudian a título de microfósiles, fue el italiano J. Beccarii (Beccarius en la versión latinizada) quien en 1731 describió y figuró varios tipos de "conchitas" halladas en las arenas pliocenas cerca de Boloña. Giovanni Bianchi (Janus Plancus) en 1739 describe unas "conchitas" principalmente de foraminíferos como ahora se sabe, de las arenas de la playa adriá-

tica de Rímini; al igual de todos quienes por primera vez observan una muestra rica en foraminíferos, manifiesta su admiración ante su abundancia,, estimando en 6.000' el número de conchitas en una sola onza. N. G. Cualtieri (1742) y Ledermüller (1760-68) fueron otros de los primeros en darse cuenta de estos diminutos restos, sin sospechar que sus afinidades habrían de buscarse más bien con algunos de los "infusorios" de Leewenhoek que no con los "gusanos" y "cefalópodos" que imitaban en sus formas.

Tan rudimentarios todavía eran los conocimientos de las ciencias biológicas a mediados del siglo XVIII, que Linneo pudo aspirar a reunir en una sola obra, una síntesis de todas las especies conocidas, la que a título del "Sistema de la Naturaleza" (**Sistema naturae**, redactado en el idioma latín que constituía todavía la lengua franca de los científicos) elaboró por primera vez en 1735 e iba modificando y ampliando en muchas ediciones posteriores. De éstas, los biólogos han escogido la décima, publicada en 1758, como la pauta permanente para los nombres científicos de los animales; o sea, que haciendo caso omiso para fines de la nomenclatura de los nombres propuestos con anterioridad, a partir de esa fecha se aplica rigurosamente el principio de la prioridad en la publicación como determinante del nombre de una especie. En la 12ª edición (1766-67) así como en la versión editada por Gmelin (1788-93) después de la muerte de Linneo, algunas de las especies de foraminíferos figuradas por autores pre-linneanos recibieron nombres binomiales que las hacen acreedoras a su incorporación en la nomenclatura.

Dos investigadores alemanes, L. Fichtel y J. P. C. Moll, publicaron en 1798 un pequeño trabajo ilustrado

con preciosos dibujos de foraminíferos principalmente de la región de Rímíni, refiriendo las especies al género de cefalópodos **Nautilus**, pero delineándolas con tanta fidelidad que sus nombres quedan asociados a la mayoría de las especies. (Véase también el reestudio moderno de estas especies por Cushman,). Lamentablemente, las reglas de la nomenclatura científica obligan también al recuerdo perenne de P. Denys de Montfort, quien en 1808 publica un librito de "conchiliología" sistemática (**Conchyliologie systematique**), en el cual asigna nombres a muchos géneros de foraminíferos, basándose en gran parte en la obra de Fichtel y Moll, cuyas figuras deforma monstruosamente, fundando dos aspectos distintos de la concha en uno a despecho de la perspectiva. Varios de los géneros más conocidos de foraminíferos, p.e.j., **Robulus**, **Eponides**, **Nonion**, llevan nombres de Montfort.

J. B. de M. de Lamarck (1744-1829) en su "Cours de Zoologie" aparecido en 1812, cita varios tipos de foraminíferos; identificados ora con corales, ora con cefalópodos y establece varios nombres de géneros todavía en uso, p.e.j., **Rotalia**, **Discorbis**, **Lituola**, aunque la innovación nomenclatural que quiso establecer, de distinguir los géneros de fósiles con la terminación **-ites** (p.e.j., **Lituolites**) no tuvo acogida. Se presume que fuera este insigne naturalista quien le interesara al joven Alcides D. d'Orbigny (1802-1857) por el estudio de los foraminíferos, quien en su brillante trayectoria echó las bases sólidas de nuestra ciencia actual. Entre 1826 y 1852, d'Orbigny publicó numerosos trabajos sobre los foraminíferos, tanto fósiles como vivientes recogidos por él en sus viajes por Europa y las Américas Latinas, elaborando los primeros esquemas de una clasificación del grupo

y describiendo y figurando numerosísimas especies que perpetúan su nombre. En sus primeros trabajos, d'Orbigny había considerado los foraminíferos como pequeños cefalópodos, estableciendo para ellos la división de **Cephalopoda Foraminifera** a diferencia de los **Siphonata** o auténticos cefalópodos con las cámaras comunicadas por tubos en forma de embudo o sifón, pero acogió sin reservas la identificación de estos microorganismos con Protozoarios efectuada por Félix Dujardin en 1835 a base de sus estudios de especies vivientes. Con gran sentido profético d'Orbigny mantenía el valor de las especies de foraminíferos como características de niveles estratigráficos distintos, criterio que triunfando sobre su eclipse en los años venideros de su siglo, renacería en los últimos treinta años del nuestro.

En otros países europeos, los últimos años del siglo XVIII y los primeros del XIX, vieron la publicación de muchos trabajos paleontológicos que no pocas veces incluían indicaciones de microfósiles de diversos tipos, o que echaban las bases de especializaciones que en el futuro se afiliarían a nuestra ciencia. Los micropaleontólogos alemanes recuerdan con orgullo los nombres de Goldfuss, von Munster, F. A. Roemer, y F. A. Quenstedt, mientras que los palinólogos en todo el mundo rinden homenaje a H. Mohl por su estudio sistemático del polen (1834) y señalan que ya en 1836 y 1844, H. R. Goppert describió fósiles cenozoicos. Pero el nombre más insigne entre los científicos alemanes es el de Christian Gottfried Ehrenberg (1795-1876), quien con sobrada razón podría denominarse el fundador de la micropaleontología en el sentido amplio, la que concebía como un campo especial de las ciencias geológicas que llamaría

la "Microgeología", nombre con el que bautizó un tratado monumental de la materia que publicó en 1854. Fue el primero en investigar y describir los restos microscópicos extremadamente diminutos, los nanofósiles, tales como diatomeas, cocolitos, silicoflagelados, discoastéridos, crisostomáceas, dinoflagelados e histricosféridos, la gran mayoría de los cuales fueron olvidados de los micropaleontólogos hasta muy modernamente. La tendencia que imperaba hasta hace poco, de identificar la micropaleontología con el estudio tan sólo de los foraminíferos o cuando más, de los ostrácodos, hizo que la contribución de Ehrenberg se subestimara, puesto que sus estudios de aquéllos, hechos a base de preparaciones en bálsamo del Canadá estudiadas en transparencia, poco contribuyeron a nuestros conocimientos. Dado el olvido injustificado en que hasta últimamente se ha dejado su memoria, es grato recordar que en vida recibía el tributo justo del mundo científico, como dan testimonio las alusiones respetuosas a las conclusiones del Prof. Ehrenberg sobre los "infusorios" que en su recuento de la expedición del "Beagle" hace el joven Carlos Darwin.

Las limitaciones del espacio permiten apenas mencionar los nombres de otros muchos investigadores de la primera mitad del siglo XIX: las publicaciones de J. A. H. Bosquet en 1849-54 sobre los ostrácodos, y de A. E. Reuss y O. Terquem sobre el mismo grupo, destacándose éstos también en los de foraminíferos. En 1851, H. von Meyer publica sobre los otolitos, y tres años más tarde, Ch. H. Pander describe por primera vez conodontos, hallados en rocas silúricas del Báltico. E. Haeckel, en la década de 1880-90, produce la monografía fundamental de los radiolarios vivientes, mientras que

D. Rust entre 1885 y 1892, publica extensamente sobre las formas fósiles.

La bibliografía de los ostrácodos se enriquece notablemente hacia mediados del siglo, por los trabajos de T. R. Jones, G. H. Hinde, G. B. Brady, A. H. Norman y otros investigadores ingleses, y de Lienenklaus y otros en Alemania. En Inglaterra, W. B. Carpenter, W. K. Parker y Jones en 1862 publican el primer tratado extenso sobre los foraminíferos, pero la nefasta influencia de la "escuela inglesa", encabezada por W. C. Williamson (1848-1858), Carpenter y H. B. Brady, quienes postulan la variabilidad exagerada de las especies, retarda en mucho el desarrollo de la micropaleontología estratigráfica, si bien hay que reconocer la contribución positiva del último, en su monumental estudio de los foraminíferos recientes recogidos por la expedición "Challenger" (1886) y el de las especies carboníferas y pérmicas de Inglaterra (1876). Lamentablemente tal concepto de la variabilidad casi ilimitada de los foraminíferos y de ahí, la identificación de la mayoría de las especies fósiles cretáceas y terciarias con las recientes, reinaba durante más de medio siglo entre los especialistas de los foraminíferos, especialmente los de habla inglesa, y se admitía sin reservas por parte de los micropaleontólogos.

La palabra "micropaleontología" parece haber sido usada por primera vez en 1883, por cierto en un estudio de briozoarios por H. Ford, que llevaba el título "Contributions to the Micropaleontology of the Cambro-Silurian rocks of Canada".

Según Pokorny, los primeros en hacer estudios micropaleontológicos en muestras de taladros, fueron W. Dames y L.G. Bornemann quienes en 1874 identificaron la edad turonien- se de capas penetradas en un pozo

cerca de Greifswald en Alemania; mejor conocida es la determinación por F. Karren, tres años más tarde, de la edad miocena de las rocas penetradas en un pozo de agua en la región de Viena. H. V. Howe (1955) ha señalado recientemente que en el mismo año, F. V. Hopkins, bajo la dirección de E. W. Hilgard, había efectuado un estudio micropaleontológico de muestras de un pozo en el estado de Luisiana, y en 1884, hizo otro de muestras de taladros en el valle del río Mississippi más al norte, entre las ciudades de Memphis y Vicksburg. Puesto que ambos trabajos aparecieron tan sólo en el informe anual del Cuerpo de Ingenieros del Ministerio de Guerra estadounidense, ante el congreso nacional del país, para los efectos de la divulgación científica quedaron materialmente inéditos. H. J. Eunson (1884) estudió los microfósiles de un pozo profundo en Inglaterra, y en el mismo año J. W. Judd determinó la edad de los estratos en otro, gracias a las identificaciones por T. R. Jones de los "microzoarios" (foraminíferos y ostrácodos) jurásicos. Otros estudios del mismo tipo fueron publicados por W. Howchin (1891) en Australia, por F. Chapman (1900) a base de muestras de California, y por R. J. Schubert en Alemania.

A PoKorny debemos también la noticia interesante de que el primer trabajo micropaleontológico asociado con la extracción del petróleo se debe al polaco J. Grzybowski, quien en 1897 estudió muestras de la región de Potók y Knosno en su país natal, logrando distinguir varias zonas y niveles guías en la formación flysch de la región. Su obra pasó desapercibida a los investigadores de otros países, por su ignorancia de los idiomas eslavos.

Pasando por encima otros muchos científicos quienes consagraron años

de pacientes investigaciones a trabajos que no serían conocidos sino de pocos colegas, llegamos a la época de la primera expansión de la industria petrolera al finalizar la primera guerra mundial. Para un relato más detallado de las primeras aplicaciones de la micropaleontología en la industria, remitimos a los interesados al trabajo de Croneis (1941). Fue, en efecto, una de esas épocas que felizmente se repiten constantemente en el avance de las ciencias, cuando un nuevo concepto, una nueva técnica, parecen nacer espontáneamente en las mentes de individuos aislados que afrontan el mismo problema, y se difunde con tanta rapidez que difícilmente pueden señalarse sus padres intelectuales. En Tejas, J. A. Udden, quien ya en 1914 había estudiado muestras de pozos en Illinois, ayudaba a formar profesionales especializados para tal fin, quienes iban dándose cuenta de la variedad de restos microscópicos presentes.

La fructífera contribución de la mujer a la micropaleontología moderna se destaca a partir de esa época; verdaderas pioneras en la aplicación comercial de la ciencia, fueron Esther A. Applin, Alva E. Ellis, y Hedwig T. Kniiker, cuyo trabajo sobre la micropaleontología aplicada a la zonación del subsuelo en Tejas y Luisiana, (1925) llamó poderosamente la atención de los dirigentes petroleros. Fueron ellas las precursoras de otras muchas, entre las cuales rendimos tributo a Helen J. Plummer y Dorothy K. Palmer, a quienes la muerte truncó sendas vidas llenas de actividad productiva.

Quienes más contribuyeron al desarrollo rápido de la micropaleontología comercial, fueron indudablemente los doctores J. A. Cushman y J. J. Galloway. Este, profesor de geología y paleontología de la Colum-

bia University en Nueva York, se había entrenado ya en la microscopía aplicada a la paleontología en sus investigaciones de los briozoarios fósiles, y al ser consultado por una compañía petrolera para determinar la edad de muestras procedentes de sus pozos en México, se dio cuenta en seguida de la importancia de los foraminíferos, a cuyo estudio se aplicó con todo afán. El Dr. Cushman, de preparación profesional predominantemente biológica, se había aficionado por los foraminíferos desde principios del siglo, atraído por los estudios de Brady y de Flint (1899) sobre las especies vivientes. Asociado con el Museo Nacional en Washington, contaba entre sus numerosas contribuciones al conocimiento de éstas, un estudio de las formas fósiles halladas en un pozo de Carolina del Sur (1914) y fue naturalmente la figura clave cuando se vislumbraron las potencialidades de los foraminíferos para la geología del subsuelo. En 1924, estableció su propio laboratorio para la investigación de ellos en Sharon, Massachusetts, desde cuya fecha hasta su muerte en 1949, se dedicó a trabajos de investigación, consulta, enseñanza y divulgación fundando la primera revista científica dedicada exclusivamente a estudios de los foraminíferos, las afamadas "Contributions" cuyo primer número salió en abril de 1925.

El primer curso formal de Micropaleontología fue dictado en Columbia University por el Dr. Galloway en 1924, quien tenía ya muy adelantado un texto incorporando su reclasificación de los foraminíferos, difundido en manuscrito entre varias generaciones de alumnos pero que no llegó a publicarse sino en 1933. Cursos de Micropaleontología se abrieron casi simultáneamente en Tejas y en California, donde H. G.

Schenck, como investigador y profesor, ejercía una influencia altamente valiosa para su insistencia en los problemas bioestratigráficos y la importancia de los factores ecológicos en la interpretación de los microfósiles. Para el año 1928, fueron tantos los especialistas empleados en la industria petrolera, que se fundó la "Society of Economic Paleontologist and Mineralogists", bajo cuyos auspicios empezó a salir la afamada revista "Journal of Paleontology", a partir de 1935 con la colaboración de la "Paleontological Society of America".

Desde esos tiempos, la micropaleontología comercial y científica ha seguido un curso ascendente, cuya historia sería prolijo relatar aquí; referimos a nuestros lectores al trabajo de Croneis (1941) para la historia hasta esa fecha, y a los de Thalmann (1955), L. R. Wilson (1956) y H. V. Howe (1957) para una apreciación moderna de la ciencia. En el último nombrado, este infatigable investigador de los ostrácodos, quien fue también uno de los primeros en llamar la atención a otros tipos de microfósiles hasta entonces poco utilizados por los norteamericanos, revela cierto desconcierto ante el volumen abrumante de la literatura micropaleontológica publicada en los últimos cincuenta años. En particular, llama la atención a la contribución copiosa de los micropaleontólogos rusos, considerando que el idioma ruso ya se presenta como imprescindible al especialista de los foraminíferos o de los ostrácodos. Considera Howe, que en vez de estar saturado el mercado de micropaleontólogos comerciales, hay más bien un déficit, opinión con que nos solidarizamos con todo corazón; pero nos negamos a compartir el pesimismo de dicho autor, en el sentido de que el volumen de la literatura ha de con-

ducir al desespero y el abandono de la ciencia, a los estudiantes potestativos de la materia. El 'Caos' a que alude Howe, es propio de una ciencia en pujante expansión, y el médico moderno, por ejemplo, confronta el mismo problema de una bibliografía abrumante. Temprano o tarde, los científicos vencerán los problemas de la organización y divulgación rápida y eficaz de las producciones intelectuales de sus congéneres; mientras tanto, hay que fomentar la afición por la ciencia, hay que orientar los primeros pasos de los adeptos. En la parte restante de este capítulo, consideramos principalmente las contribuciones sólidas que en estas líneas se han hecho en los últimos años:

La tarea del especialista de los foraminíferos ha sido grandemente facilitada por el monumental Catálogo de Foraminíferos compilado en el Museo de Historia Natural en Nueva York bajo la dirección de B. F. Ellis y A. R. Messina, cuya publicación se inició en 1941 con la entrega de 30 tomos suplementados luego por uno o más suplementos anuales. En esta obra se aspira a reproducir la descripción y figuras originales de todas y cada una de las especies descritas, lo que se ha logrado casi totalmente para la bibliografía ya existente, siendo tan grande el número de nuevas especies descritas anualmente que difícilmente pueden reproducirse todas en un solo suplemento. La enorme productividad de los especialistas rusos en los últimos años, ha obligado a la traducción de las descripciones publicadas en ese idioma o en el polaco o checo, mientras que las demás se reproducen en el idioma original. En todas se conserva la clasificación original de la especie bajo el nombre genérico con que el autor de una especie la identificó, siendo necesario por

lo tanto que el micropaleontólogo quien utiliza el catálogo sea familiar con las sinonimias de éstos según las clasificaciones modernas.

En 1934 R. S. Bassler y Betty Kelllett publicaron un índice bibliográfico de los ostrácodos de Norte América, que incluía un resumen de la clasificación de éstos según el esquema de Ulrich y Bassler (1923) precursores en el estudio de este grupo en los EE. UU. Ultimamente, Ellis y Messina han emprendido la publicación de un Catálogo de Ostrácodos, a semejanza del de los foraminíferos, habiendo aparecido ya 13 tomos. Importantes contribuciones sobre este importante grupo han sido hechas por H. V. Howe de la Universidad de Luisiana y sus estudiantes en los EE. UU., aunque probablemente éstos microfósiles han contado con mayor número de adeptos en los últimos años, entre los especialistas alemanes, quienes los han utilizado con notable éxito para zonar el Jurásico y Cretáceo. Especialistas de otros países, tales como P. C. Sylvester-Bradley en Inglaterra, V. Pokorny en Checoslovaquia y otros muchos cuyos nombres quisiera poder incluir, también han contribuido al renacimiento del interés por estos crustáceos microscópicos.

Las investigaciones de los conodontos, proseguidas principalmente por los norteamericanos desde que su interés fue despertado por E. O. Ulrich y R. S. Bassler en 1923, han tenido gran aumento en años recientes en Alemania. El nombre del francés G. Deflandre quedará asociado para siempre con las investigaciones sobre los Flagelados fósiles, junto con los de O. Wentzel y A. Eisenhack, mientras que los españoles, sienten justo orgullo por las contribuciones de Don Guillermo Colom sobre los Tintínidos y otros grupos interesantes, además de por su valiosa 'Introduc-

ción al estudio de los Foraminíferos pequeños', hasta ahora el único tratado sobre el tema en nuestro idioma.

Los escandinavos han sido los pioneros en las aplicaciones de la Paleontología a las ciencias geológicas, secundados luego activamente por los rusos y los alemanes; son tantos los nombres que debemos citar en este campo, que remitimos a nuestros lectores al capítulo pertinente. Los radiolarios, poco estudiados desde los tiempos de Haeckel, han sido objeto de investigaciones por B. L. Clark y A. C. Campbell, y últimamente por W. R. Riedel. Una reclasificación del grupo, con descripciones condensadas de todos los géneros, ya ha sido publicada por Campbell.

En el XX Congreso Geológico Internacional, reunido en Méjico, se estableció por primera vez en tales reuniones una Sección de Micropaleontología, cuyos resúmenes anuales de los nuevos géneros y especies de foraminíferos publicados anualmente, han sido de gran valor. Al acercamiento entre los micropaleontólogos de todos los países ha contribuido en gran medida la pequeña revista "The Micropaleontologist", publicada por Ellis y Messina, cuyo Departamento de Micropaleontología en el Museo de Nueva York, se ha constituido en la Meca de visitantes de todos los países. En 1955, ese pequeño boletín se transformó en la revista trimestral, **Micropaleontology**, que se destaca por su carácter cosmopolita, admitiendo trabajos redactados en todos los idiomas reconocidos por los congresos geológicos internacionales, y contando con la colaboración de destacados especialistas de varios países. En Francia se fundó recientemente la **Revue de Micropaleontologie**.

La enseñanza de la Micropaleontología en las universidades norteamericanas se restringía en un prin-

cipio casi exclusivamente al estudio de los Foraminíferos, no solamente por ser el grupo más importante sino también el único para cuyo estudio se contaba con manuales de fácil acceso, como las varias ediciones sucesivas del de Cushman (1928, 1933, 1940, 1948) y el de Galloway (1933). En 1945, M. F. Glaessner publica el primer manual que intenta reseñar todos los grupos conocidos de microfósiles. Aproximadamente la mitad del texto se dedicó a los foraminíferos, en cuya clasificación Glaessner introdujo unas mejoras a la de Cushman; entre los muchos méritos de esta obra admirable se pueden mencionar el capítulo sobre la bioestratigrafía de los microfósiles y las copiosas citas bibliográficas.

El manual de los fósiles característicos de Norte América, compilado por H. W. Shimer y R. R. Schrock en 1944 incluye varias secciones referentes a microfósiles, incluyendo 36 páginas de foraminíferos, 11 de conodontos y 33 de ostrácodos merece especial mención un capítulo especial de fósiles vegetales, todos de grupos que se pueden considerar materia de la micropaleontología (diatomáceas, carofitas y algas calcáreas). En estas páginas, siguiendo generalmente la organización dada al texto, se hace caso omiso de la clasificación sistemática en las categorías entre el género y el Orden, es decir, que los géneros se describen brevemente, con mención de una o más de sus especies características, aproximadamente según su aparición en la columna geológica de más antigua a más moderna, sin intentar su referencia a familias. Todas las formas descritas están figuradas, generalmente por una reproducción de la figura original. Las copiosas citas bibliográficas aumentan el valor de la obra.

El año 1952 es notable en la historia de la micropaleontología por la aparición del primer tomo del monumental tratado de paleontología preparada bajo la dirección general del profesor de la Sorbona en París J. Piveteau; en el cual por primera vez se pusieron al alcance de los micropaleontólogos que —como nosotros— padecemos por la falta de acceso a muchos trabajos importantes dispersados en tantos boletines científicos europeos, unas síntesis hechas con esa maestría tan característica de los franceses, de muchos grupos importantes de microfósiles. Los capítulos por G. Deflandre sobre los Protistas en general y los grupos siguientes: Crisomonadinos, Silicoflagelados, Cocolitofóridos, Dinoflagelados, Ebriedinos, Eugleninos, Fitomonadinos, Ofiobolidos, Radiolarios, Tintínidos y varios grupos menores de clasificación incierta, son enteramente admirables, y hacemos constancia aquí de nuestra deuda para con dicho autor en la redacción de este libro. Igualmente notable es la hazaña realizada por J. Sigal, al condensar en unas 170 páginas escasas, todos los datos referentes a los Foraminíferos que difícilmente hubieran cabido, en manos de autores menos dotados, en un libro cinco veces más voluminoso. Sigal ofrece una clasificación revisada del Orden, que comentaremos en su debida oportunidad. R. Ciry aclara magistralmente la compleja estructura de los foraminíferos fusulinoides.

El segundo tomo del tratado, aparecido en el mismo año, y que trata de los phyla Braquiópodos, Quetognatos, Anélidos, Gefiros y Moluscos, incluye algunas secciones interesantes al micropaleontólogo como son: Escafópodos, por Colette Deschaseaux (pp. 216-219); escolcodontos y conodontos, descritos algo someramente por J. Roger (pp. 171-179). El

tercer tomo, aparecido al año siguiente, reviste mayor interés por el capítulo de ostrácodos preparado por N. Grékoff, (p. 268-294) y el de Concostráceos por C. Deschaseaux (pp. 262-268). Las copiosas citas bibliográficas dadas por todos los autores mencionados, son muy valiosas.

Quizás los autores de habla inglesa se sentirían cohibidos por los méritos del libro de Glaessner, porque aunque una introducción a la micropaleontología había aparecido en 1952 en el idioma rumano (Jorgulescu, 1952) y otro en checo en 1954 (V. Pokorny, 1954) no fue sino en 1956 que los norteamericanos, generalmente tan prolíficos en la producción de textos científicos, vieron la publicación de un texto introductorio de micropaleontología, por el profesor D. L. Jones de la Universidad de Utah. Casi simultáneamente aparece un texto introductorio en alemán, por el Prof. H. W. Matthes de la Universidad "Martin Luther" de Halle-Wittenberg.

Para la gran fortuna de todos los micropaleontólogos que pueden leer el idioma alemán, la "Introducción a la Micropaleontología zoológica" de V. Pokorny antes mencionada, apareció en 1958 en una edición en alemán, considerablemente aumentada por el propio autor, en dos tomos. Un comentario altamente favorable al primer tomo, por R. A. Reymont, apareció en la revista "Micropaleontology" (vol. 5, Nº 3, pp. 381-382). La claridad del estilo, la incorporación de datos derivados de toda la bibliografía moderna (incluyendo las copiosas publicaciones de los rusos generalmente ignoradas por los investigadores fuera de ese país), las copiosas citas bibliográficas de todos los grupos descritos aunadas al criterio amplio y sereno del autor, quien introduce algunas modificaciones de la clasificación de foraminíferos y os-

trácodos, hacen de este tratado de Pokorny una obra imprescindible de estudio y consulta para cualquier estudiante avanzado o investigador de los microfósiles. Lamentamos que cuando llegó a nuestras manos estaba tan pronta a concluirse nuestra redacción, que no nos fue posible en todos los casos incorporar muchos datos interesantes proporcionados por dicho autor.

Otra obra interesante a los micropaleontólogos que se ha publicado recientemente en Alemania, forma parte de una serie extensa de manuales dedicados a las aplicaciones tecnológicas de la microscopía, que está siendo editado bajo la dirección del Dr. Hugo Freund; esta obra (que figura como la tercera parte del segundo tomo), lleva como título general, "La Microscopía en la Geología de las rocas sedimentarias (Micropaleontología)" y comprende contribuciones de varios destacados micropaleontólogos alemanes, sobre sus especialidades: H. Hiltermann (foraminíferos), E. Triebel (ostrácodos), W. Weiler (restos de peces), K. Mädlar (Carófitas); otros autores discuten aplicaciones de la palinología, la preparación de diatomeas, la micropaleontología del Paleozóico, etc. Las numerosas fotografías de los microfósiles ilustrados, y el capítulo por Triebel sobre la fotomicrografía, son quizás la mayor contribución de esta obra, ya que por las limitaciones del espacio la discusión de los grupos individuales es algo escueta. Los capítulos sobre la historia de la micropaleontología, su aplicación en la

geología e importancia para la industria petrolera, son de gran interés.

De estas citas de tratados de micropaleontología general (más las de otros muchos trabajos especiales de diversos grupos que indicaremos oportunamente), se desprende que mientras en Europa y los EE. UU. se han facilitado grandemente los primeros pasos de los adeptos de la micropaleontología, el estudiante de habla española no cuenta con ningún texto introductorio a la materia, y para el estudio de los foraminíferos, tan sólo con el tratado de Colom, no siempre fácil de conseguir. Por las noticias de la profesión que nos trae la revista "Micropaleontología", sabemos que reina gran interés por estas especialidades en el Brasil y la República Argentina, siendo de destacarse la valiosa ayuda al estudio de los foraminíferos que ha proporcionado el Dr. Esteban Boltovskoy con su "Diccionario foraminíferológico plurilingüe" (1956). Nuestros veinte años de experiencia en la enseñanza de la micropaleontología en Venezuela, han fortalecido nuestra honda convicción de que las condiciones intelectuales del estudiantado ibero-americano y su rendimiento potencial en nuestra especialidad, están a la altura de cualquier país civilizado del mundo. Con cariño y llenos de fe y esperanza les dedicamos esta obra, que, con todos sus defectos, aspiramos que sirva para despertar su interés y facilitar su entrenamiento en nuestra bella ciencia.