
TENDENCIAS DE LA MICROPALAEONTOLOGÍA EN MÉXICO

RAÚL GÍO-ARGÁEZ
Presidente de la Sociedad
Mexicana de Historia Natural

Se ha dicho, y con razón, que la República Mexicana cuenta con recursos naturales de gran valor y belleza. Así tiene, entre otros, las playas del Caribe, sus impresionantes volcanes, sus grandes yacimientos minerales y sus mares con abundante pesca.

México también tiene en algunas de las rocas sedimentarias que forman su subsuelo, un gran tesoro histórico y una herramienta en la búsqueda de energéticos como son el petróleo y el carbón de piedra.

Este tesoro, consiste de diferentes restos de animales y vegetales que vivieron en el mundo, desde hace aproximadamente 2700 millones de años y que por diversos procesos físico-químicos, se han conservado hasta la actualidad. A este tipo de organismos, ya sean completos o fragmentados se les denomina "fósiles", los que al ser encontrados y estudiados, permiten conocer la diversidad de los animales y plantas que vivieron en la tierra, cómo y dónde habitaban, durante qué tiempo geológico existieron, porqué y como evolucionaron y en algunos casos las razones o causas de su extinción.

Todo lo anterior es estudiado por una ciencia que se conoce como "Paleontología". Esta se dedica al estudio de los seres que vivieron en el pasado, y en ella intervienen fundamentalmente la Biología (para estudiar a los organismos) y la Geología (para estudiar las rocas). Aunque cada grupo de fósiles requiere de métodos de colecta, preparación y estudios particulares, es común dividirlos en dos grandes grupos: microfósiles y macrofósiles. Esta distinción es arbitraria pero práctica. Se pueden definir como "microfósiles" a los restos o evidencia de plantas y animales que por su tamaño, características y estructuras, siempre requieren para su estudio del uso de un microscopio.

Estos fósiles pueden ser esqueletos completos, formas embrionarias, fragmentos disociados y elementos esqueléticos de organismos grandes; su tamaño varía de unas cuantas micras (1 micra = 0.001 cm), a varios centímetros.

El estudio de los microfósiles que incluye su clasificación, significado ecológico, biológico y bioestratigráfico es propiamente llamado "Micropaleontología"; sin embargo, existe la tendencia a utilizar este término en el estudio de fósiles con pared mineral, como los foraminíferos, los ostrácodos y los radiolarios, y diferenciarlos de los que tienen pared orgánica como el polen y las esporas, los cuales se incluyen dentro de la Palinología. Esta división, que surge de las diferencias en técnicas de preparación, es también arbitraria. No obstante, se debe enfatizar que la Macropaleontología, la Micropaleontología y la Palinología comparten el mismo objetivo: el de revelar la historia de la vida en la Tierra.

El estudio de esta rama de la Paleontología no solo tiene importancia científica sino que también presenta una aplicación comercial. Debido a la resistencia de sus caparazones son fácilmente preservados en el registro sedimentario, y gracias a su pequeño tamaño (un centímetro cúbico de sedimento puede contener hasta 800 millones de microfósiles) permiten el análisis de poblaciones estadísticamente significativas en pequeñas cantidades de muestra, como las que se obtienen en una perforación comercial.

Su disponibilidad así como su valor como índices ecológicos y o estratigráficos, los hace de gran importancia principalmente en la búsqueda de energéticos; esto es, podemos conocer la edad de las diferentes capas de rocas que los contienen y así correlacionar a todas aquellas que se formaron en un mismo tiempo. También nos indican las condiciones y el tipo de ambiente que existía a su alrededor. El conocer su distribución en diferentes épocas, nos permite reconstruir como fue la geografía en el pasado y elaborar mapas paleogeográficos y contribuir en gran medida, a conocer la historia de la corteza terrestre y los cambios a los que ha estado sujeta.

Debido a que estos microorganismos presentan ciclos reproductivos muy cortos, en comparación con muchos otros organismos, se puede seguir fácilmente su desarrollo a través de varias generaciones, por lo que han sido de gran interés para efectuar estudios evolutivos. Esta característica es de gran importancia, ya que su existencia a través de los tiempos geológicos permite que sean utilizados en estudios bioestratigráficos; esto es, establecen un marco de referencia al paginar el libro que describe la historia de la vida sobre la Tierra, además de su valor en correlaciones, interpretaciones y reconstrucciones de los ambientes antiguos.

Existen depósitos sedimentarios de valor comercial que se encuentran compuestos casi en su totalidad por microfósiles, tal es el caso de algunos yesos formados por coccolitoforidos, y la diatomita, constituida por diatomeas. El primero se utiliza en la elaboración de gis y la segunda es de gran aplicación en la industria de los abrasivos, en dentríficos, como calibradores de instrumentos de medición de alta precisión y en filtros de cerveza.

Estudios en la distribución y reproducción de los microorganismos como componentes del fito y zooplancton, son de fundamental importancia en la cadena trófica, para entender su función en el ecosistema marino. De esta manera se han llegado a conocer algunos patrones de la dinámica oceánica actual y antigua, tales como productividad, zonas de surgencia y sus asociaciones con ciertos fenómenos como "El Niño" y las Mareas Rojas.

Los microfósiles se conocen desde épocas muy antiguas; uno los primeros registros escritos sobre ellos se debe a Herodoto (500 años a. C.), quien describe a los foraminíferos de las calizas de las pirámides de Egipto como "curiosidades de la naturaleza". Varios reportes aislados se conservan sobre ellos; sin embargo, no es hasta la invención del microscopio que se inicia su estudio sistemático. Entre los pioneros más importantes de estos trabajos están: J. Baccari, C. Linnaeus, C. Ehrenberg y A. D'Orbigny; este último considerado el padre de la Micropaleontología.

Durante la segunda mitad del Siglo XIX, continúan los estudios descriptivos y taxonómicos de microfósiles donde destacan las obras monumentales de E. Haeckel (Radiolarios), Sars (Ostrácodos), Schmidt (Diatomeas) y Brady (ostrácodos y Foraminíferos principalmente).

A principios del Siglo XX, se comienzan a utilizar los microfósiles como indicadores bioestratigráficos y paleoecológicos en la industria petrolera y principia el gran auge de la Micropaleontología comercial con pilares tales como J. J. Galloway y J. A. Cushman. Esta tendencia es la predominante durante la primera mitad del presente siglo y aún actualmente un gran porcentaje de la investigación micropaleontológica sigue con los mismos fines.

En las últimas décadas la Geología Marina ha tenido un gran auge y desarrollo. Ya que los microfósiles marinos están íntimamente ligados a las características y procesos oceánicos y son indicadores de los mismos, las tendencias en la investigación micropaleontológica en la segunda mitad del Siglo XX son en un contexto oceanográfico, es decir, el de conocer el comportamiento de estos organismos con respecto a las variables oceánicas y utilización para el reconocimiento de tales en el pasado.

En el siguiente cuadro se muestra un análisis de los grupos taxonómicos estudiados por micropaleontólogos en donde se incluye tamaño, material que fosiliza, su hábitat y alcance estratigráfico.

ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA MICROPALAEONTOLOGÍA EN MÉXICO

Como se observa en la figura 1, a la fecha se han publicado 295 artículos sobre microfósiles, en el siglo pasado sólo existen tres trabajos, uno sobre foraminíferos del Cretácico en Jalapa, Ver., un trabajo sobre Diatomeas Fósiles del Valle de México y la descripción de un Ostrácodo en pozos artesianos de la colonia Alamos de la Ciudad de México.

A principios del presente siglo con el auge de la explotación petrolera, se realizaron varios estudios por Cushman y Thalman entre otros, la mayoría de los cuales fueron trabajos inéditos o reportes privados de las compañías petroleras, siendo únicamente 10 los trabajos publicados hasta 1938. Con la expropiación petrolera en ese mismo año, las colecciones de microfósiles y los archivos con la información respectiva son sacados del país y los especialistas en la materia regresan a sus países de origen. A partir de entonces comienza nuevamente a desarrollarse la micropaleontología en México, llevada a cabo principalmente por PEMEX en donde la gran mayoría de las investigaciones son inéditas.

En el año de 1956, se funda el Laboratorio de Micropaleontología en el Instituto de Geología de la UNAM, donde comienza a realizarse investigación sobre el tema. Al finalizar los años cincuenta, se habían publicado 18 trabajos sobre foraminíferos y ostrácodos de México.

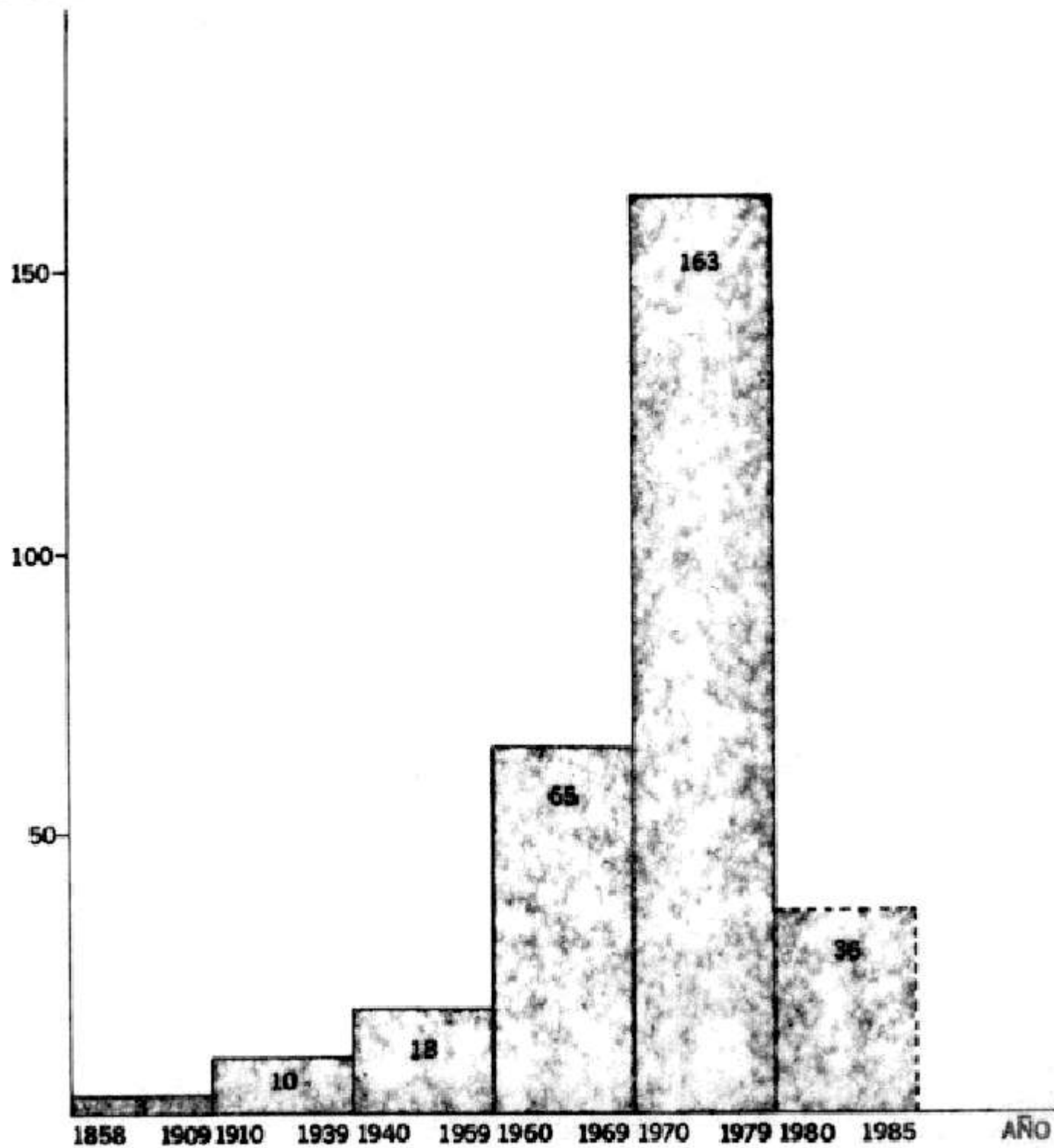
En 1966 se funda el Instituto Mexicano del Petróleo de PEMEX, en donde, hasta la fecha se forma personal altamente calificado y se efectúa investigación básica y tecnológica en el campo de la micropaleontología. Aunque la mayoría de los estudios ahí realizados son inéditos, varios de ellos son publicados aumentando considerablemente la información micropaleontológica existente. Así, al finalizar la década de los sesenta se tienen ya 65 trabajos publicados.

En los últimos 25 años se encuentra el mayor número de publicaciones (264), esto es debido a los avances de la tecnología y al incremento de los centros en que se realiza investigación de éste tipo. Esto se enfoca al estudio de diferentes grupos de microfósiles como son: foraminíferos, ostrácodos, radiolarios, silicoflagelados, diatomeas, polen y esporas. Como puede apreciarse en la figura 2, los grupos taxonómicos que han sido más estudiados, son los foraminíferos y los ostrácodos. Otros grupos como los radiolarios y diatomeas, han sido menos estudiados. En general los grupos que contienen en sus paredes carbonato de calcio, son los que han recibido mayor atención, estando en segundo plano los organismos con pared de sílice y los organismos que contienen celulosa.

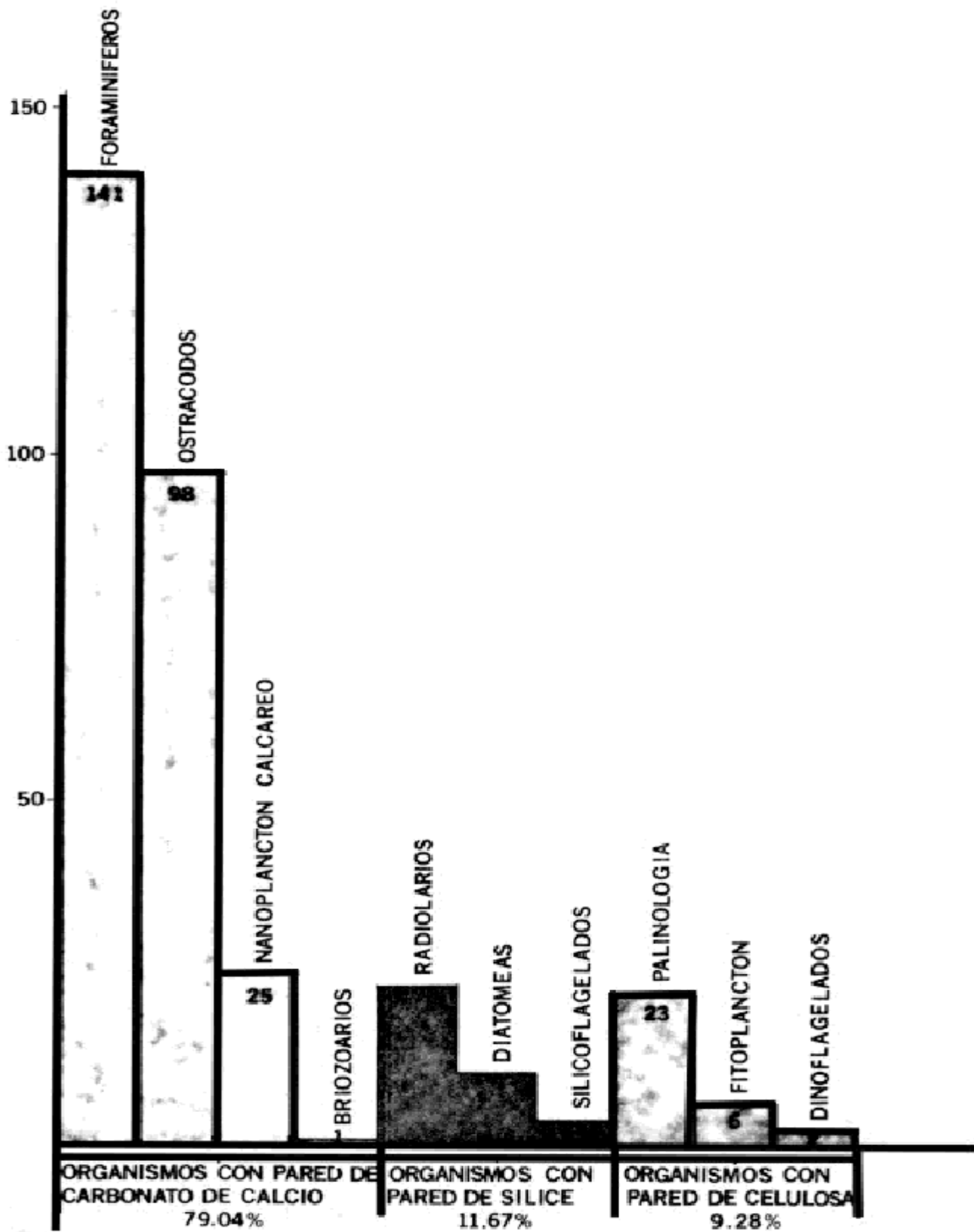
GRUPO TAXONÓMICO	TAMAÑO	MATERIAL QUE FOSILIZA	HABITAT	ALCANCE ESTRATIGRÁFICO
ACRITARCAS	< 100 μm .	Material orgánico	Marinos	Precámbrico al Reciente
ALCIONARIOS (Coelenterata)	1 - 3 mm.	Carbonato de Calcio	Marino bentónico de aguas poco profundas y frías	Cretácico al Reciente
BRIOZOARIOS	1 mm varios cm.	Carbonato de Calcio	La mayoría marino bentónicos	Ordovícico al Reciente
COCOLITOFO-RIDOS	1 - 15 μm .	Carbonato de Calcio	Marino Pelágicos	Jurásico al Reciente
CONODONTOS	100 - 3000 μm .	Fosfato de Calcio	Marinos no restringidos a ninguna facie.	Cámbrico al Triásico
CONULARIDOS (fragmentos)	10 mm. - 4 cm.	Fosfato de Calcio	Marinos	Cámbrico al Jurásico
CAROFITAS	0.05 - 1 mm.	Carbonato de Calcio	Acuático marinos y Dulceacuícolas	Silúrico al Reciente
CLOROFITAS	100 μm - 4 cm.	Carbonato de Calcio	Marinos y Dulceacuícolas	Precámbrico al Reciente
DIATOMEAS	< 2 mm.	Sílice	Marino dulce-acuícola y algunas salobres	Cretácico al Reciente
DINOFLAGELADOS	25 - 250 μm .	Celulosa	Planctónicos, pocos dulceacuícolas la mayoría marinos	Jurásico al Reciente
EBRIDINEOS	5 - 20 μm .	Sílice	Marino planctónicos	Paleoceno al Reciente
PLACAS, ESPINAS Y FRAGMENTOS DE EQUINODERMOS	10 - 50 mm. ó mayores	Carbonato de Calcio	Marino Bentónicos	Cámbrico al Reciente
ESCOLECODONTOS	1 - 3 mm.	Sílice, Quitina y Carbón	Marino bentónicos	Cámbrico al Triásico
ESPÍCULAS DE ESPONJA	50 - 3000 μm .	Carbonato de Calcio o Sílice	Aguas salobres y marinas, bentónicos.	Cámbrico al Reciente
FORAMINÍFEROS	50 mm. - 10 cm.	Carbonato de Calcio, Sílice y Quitina	Aguas salobres, marino bentónicas y planctónicas	Cámbrico al Reciente
GRAPTOLITOS	Varios cm. de longitud	Seracina (material orgánico)	Marinos	Cámbrico al Jurásico
HISTRICOFERIDOS	50 - 100 μm .	Quitina	Planctónicos de agua dulce y marina	Cámbrico Sup. al Terciario
NANOCONIDOS (Formas especiales de coccolitoforidos)	5 - 50 μm . de largo	Carbonato de Calcio	Planctónicos batial	Jurásico al Cretácico
OSTRACODOS	0.15 - 25 mm.	Carbonato de Calcio y Quitina	Aguas marinas, salobres y dulces	Ordovícico al Reciente
OTOLITOS DE PECES	0.7 - 1.9 mm.	Carbonato de Calcio	Marinos y dulceacuícolas, planctónico, nectónico.	Triásico al Reciente
PTEROPODOS	1 - 5 mm.	Carbonato de Calcio	Marino - pelágicos	Cretácico al Reciente

QUITINOZOA-RIOS	70 - 1500 μm .	Quitina	Marinos	Cámbrico al Mississípico
RADIOLARIOS	50 - 500 μm .	Sílice	Marino planctónicos	Cámbrico al Reciente
SILICOFLAGELADOS	< 100 μm .	Sílice	Marinos	Cretácico al Reciente
TINTINIDOS	< 150 μm .	Carbonato de Calcio	Marino planctónicos	Jurásico al Reciente

NUMERO
DE TRABAJOS



Publicaciones de 1858 a 1985.



Publicaciones sobre los grupos taxonómicos objeto de estudio de la Micropaleontología.

De los períodos geológicos reportados en las investigaciones micropaleontológicas sobre México, el que mayormente ha atraído la atención de investigadores mexicanos, es el Cretácico. Tal hecho es explicable por la relación que este período tiene con las rocas que contienen energéticos. En segundo lugar están los estudios efectuados en el Reciente, principalmente con material obtenido de lagunas litorales y zonas marinas, éstos alcanzan casi el 43 %.

El territorio nacional tiene pocos afloramientos del Paleozoico, por consiguiente, las investigaciones efectuadas para esta Era sólo comprenden el 1.36 % (Fig. 3).

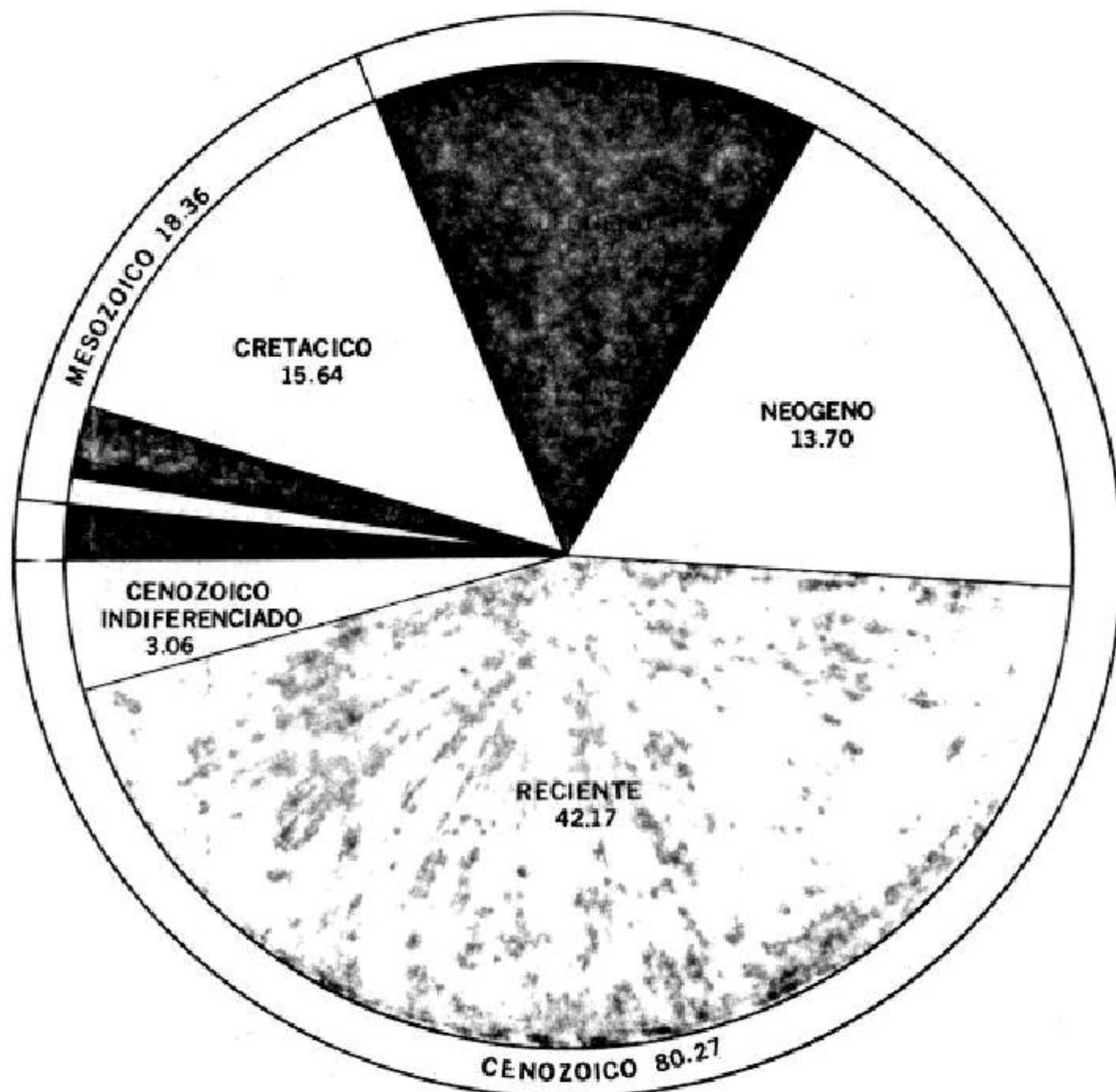
En la actualidad existen aproximadamente 50 profesionales que se dedican al estudio de diversos microfósiles. Ellos laboran en las siguientes dependencias: Comisión Federal de Electricidad; Escuela Nacional de Estudios Profesionales "Iztacala"; Instituto de Ciencias del Mar y Limnología e Instituto de Geología de la UNAM; Instituto Mexicano del Petróleo; Instituto Nacional de Antropología e Historia; Instituto Politécnico Nacional; Petróleos Mexicanos; Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada; Universidad de Nuevo León y en las Universidades Autónomas de Baja California y Baja California Sur.

TENDENCIAS EN MÉXICO

Como se ha visto anteriormente, la Micropaleontología ha estado, en el presente siglo, íntimamente ligada al desarrollo de la industria petrolera, lo cual le ha dado un gran auge y ha permitido su acelerado desarrollo, sobre todo en el campo de la Paleoecología y la Bioestratigrafía.

Sin embargo, aunque éste continúa siendo el interés y el enfoque principal de muchas investigaciones, en las últimas décadas la Micropaleontología ha venido a formar una parte muy importante de otra ciencia en pleno desarrollo: la Oceanografía.

Con el estudio detallado e integrado que se ha venido efectuando a partir de la Segunda Guerra Mundial sobre los océanos, se ha comprobado que las características de los mismos, tanto en el presente como en el pasado, están claramente reflejadas en los microfósiles depositados en el fondo oceánico. Se ha manifestado así una tendencia en las últimas décadas por estudiar a los microfósiles como componentes e indicadores de los diversos factores marinos y en la reconstrucción de las características de los mares en el pasado.



■ JURASICO 1.70

■ TRIASICO 0.34

□ MESOZOICO
INDIFERENCIADO 0.68

■ PALEOZOICO
INDIFERENCIADO 1.02

■ PERMICO 0.34

□ PALEOZOICO
1.36

Períodos Geológicos reportados en las investigaciones micropaleontológicas sobre México.

Esto ha sido posible gracias al desarrollo de la tecnología para obtener columnas de sedimentos virtualmente sin perturbación a grandes profundidades, así como de la microscopía de mayor resolución como el microscopio electrónico de barrido, el uso de computadoras para el manejo de gran cantidad de datos y el desarrollo de técnicas sofisticadas como el uso de radioisótopos, entre otros, para analizar la composición química de los organismos.

En el contexto oceanográfico, los diversos grupos de microfósiles se utilizan como indicadores bioestratigráficos para establecer un marco de referencia y hacer posibles correlaciones de: profundidad, temperatura, salinidad, masas de agua, circulación oceánica, provincias biogeográficas, productividad orgánica, deterioro ambiental, etcétera.

A pesar de la gran cantidad de trabajos realizados en estos tópicos, son aún muchas las interrogantes que se presentan, de lo cual se deduce que las tendencias de la Micropaleontología estarán encaminadas a resolver problemas como:

1. Elaborar zonaciones bioestratigráficas calibradas con diferentes grupos taxonómicos, más precisas que las que actualmente existen.
2. La relación existente entre los microorganismos con las diferentes masas de agua y patrones de circulación actuales, para poder determinar por medio de los microfósiles, aquellos patrones de paleocirculación; así como su relación (afinidad) con otros parámetros oceanográficos tales como: variaciones climáticas globales, surgencias y productividad entre otros.
3. El estudio detallado de los climas del Cuaternario, registrados en los sedimentos marinos y su componente fósil, por medio de especies indicadoras de eventos frío-cálidos y por el análisis de isótopos de oxígeno de sus caparazones, para un mejor entendimiento de los cambios climáticos ocurridos y poder predecir tendencias climáticas futuras.
4. En el campo de la Paleobiogeografía, se espera poder establecer, con la mayor precisión posible, los centros de dispersión de las especies; así como las rutas de migración debido a causas diversas, que pueden ser tanto internas como externas, y poder interpretar correctamente su distribución espacial y temporal.
5. La aplicación de la Micropaleontología a estudios sobre la historia geológica de plataformas y taludes continentales, así como de antiguas líneas de costa para la exploración y explotación de fuentes minerales, va en aumento. Tales estudios requieren de datos micropaleontológicos para la reconstrucción de dichas áreas en el pasado, sus características y evolución.
6. Una de las áreas de estudio que en los últimos tiempos ha despertado el interés dentro de la oceanografía, es el desarrollo de comunidades biológicas que parecen tener su auge en aguas contaminadas. Es por esto que se les ha considerado como indicadores de la calidad de las mismas. Algunos de estos trabajos se han realizado cuantificando el impacto que tuvieron los derrames de petróleo crudo en las diferentes comunidades biológicas que habitan en el Golfo de México y el Mar Caribe. Se ha observado que algunas comunidades de microorganismos cercanas a los derrames muestran un incremento en el número poblacional y algunas otras han sufrido mortalidades masivas. Sin embargo, falta por hacer muchas investigaciones para poder obtener resultados concluyentes.
7. Otro descubrimiento reciente es el de las comunidades biológicas que habitan en las troneras del fondo marino (ventanas hidrotermales). Las nuevas técnicas empleadas en la exploración del piso oceánico, han permitido el descubrimiento de asociaciones que se encuentran bajo presiones de selección totalmente diferentes a las antes conocidas, al carecer de un flujo energético proveniente de la fotosíntesis. Estas recientes investigaciones permitirán conocer nuevos ambientes que conducirán a interpretar mejor la historia de los océanos y su futura evolución.
8. Una línea mas de investigación actual sobre microfósiles, es su relación con el oxígeno disuelto en el agua. Se ha podido detectar en los océanos una capa de extensión y amplitud variable con un bajo contenido de oxígeno (< 1 ml) conocida como capa de oxígeno mínimo. También llamada anóxica y más correctamente hipóxica. Aquí la descomposición de materia orgánica es mínima, lo que facilita su acumulación; es por esto que algunos autores la han asociado con el posible origen de depósitos de petróleo y acumulaciones de fosforita.

A pesar de las condiciones mencionadas, algunos microorganismos bentónicos encuentran su hábitat en éstas características. Su estudio es importante para conocer la presencia, distribución y evolución de estas capas y su relación con los depósitos comerciales antes mencionados y con las zonas de surgencia y productividad en los océanos.

CONCLUSIONES

Debido a que la microfauna y microflora fósil y reciente en México aún no es suficientemente conocida, se requieren proyectos de investigación que organicen programas interdisciplinarios para aumentar el conocimiento sobre la distribución y evolución de éstos organismos y su potencial aprovechamiento como indicadores de diferentes características oceanográficas de recursos naturales renovables y no renovables.

Utilizando la tecnología actual es conveniente revisar las áreas y localidades ya estudiadas para obtener información complementaria e integrarla con la obtenida por otras ciencias como la Geofísica, Cronoradiometría y la Geoquímica. Esto permitirá establecer un marco de referencia más confiable, en el que los procesos globales geológicos y biológicos puedan ser delineados.

En resumen, se puede esperar que en los tres lustros que quedan de éste siglo, se lleve a cabo un florecimiento de la Micropaleontología. Debido al incremento y la necesidad de recursos no renovables, este avance debe estar sustentado en la información académica y el desarrollo tecnológico. Esto continuará colocando a la Micropaleontología como una de las principales corrientes de la Paleoinvestigación.