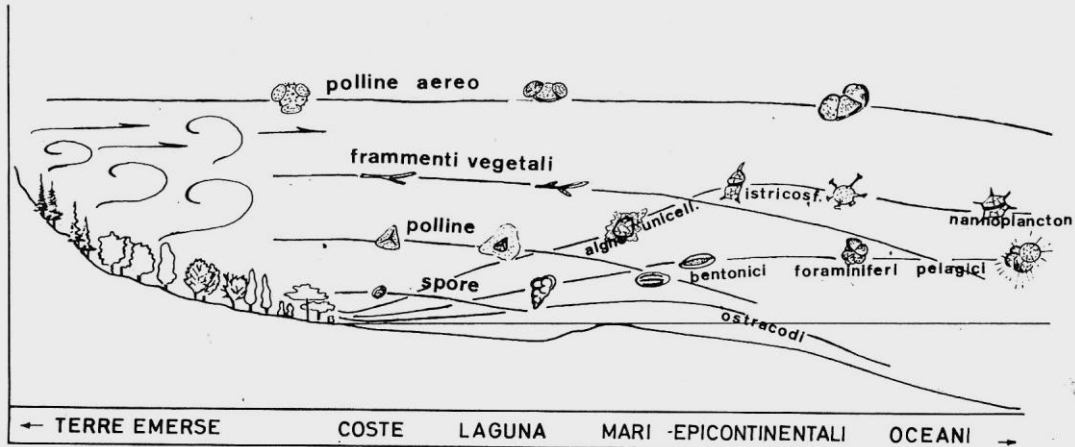


# LA PALINOLOGIA: UNA NUOVA SCIENZA



Distribuzione ambientale di alcuni gruppi di microorganismi da cui si vede come certi tipi, polline soprattutto, abbiano diffusione praticamente universale.

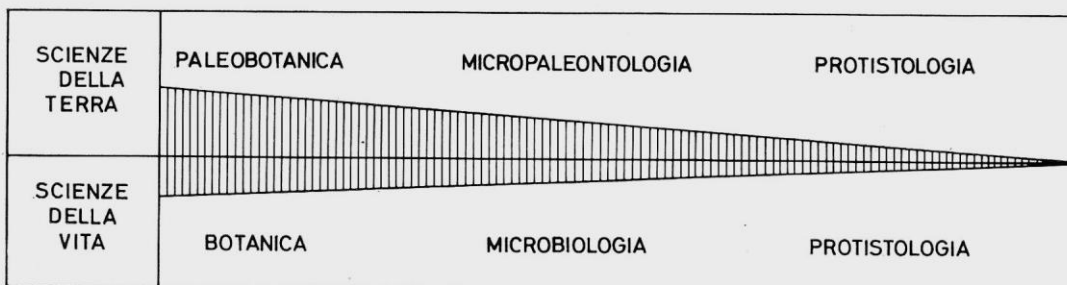
Nel nostro secolo le osservazioni scientifiche si sono estese da un lato verso l'enormemente grande, le stelle, gli spazi infiniti, dall'altro verso l'infinitamente piccolo, le cellule, la natura stessa della materia e della vita.

A questa tendenza non sono sfuggite

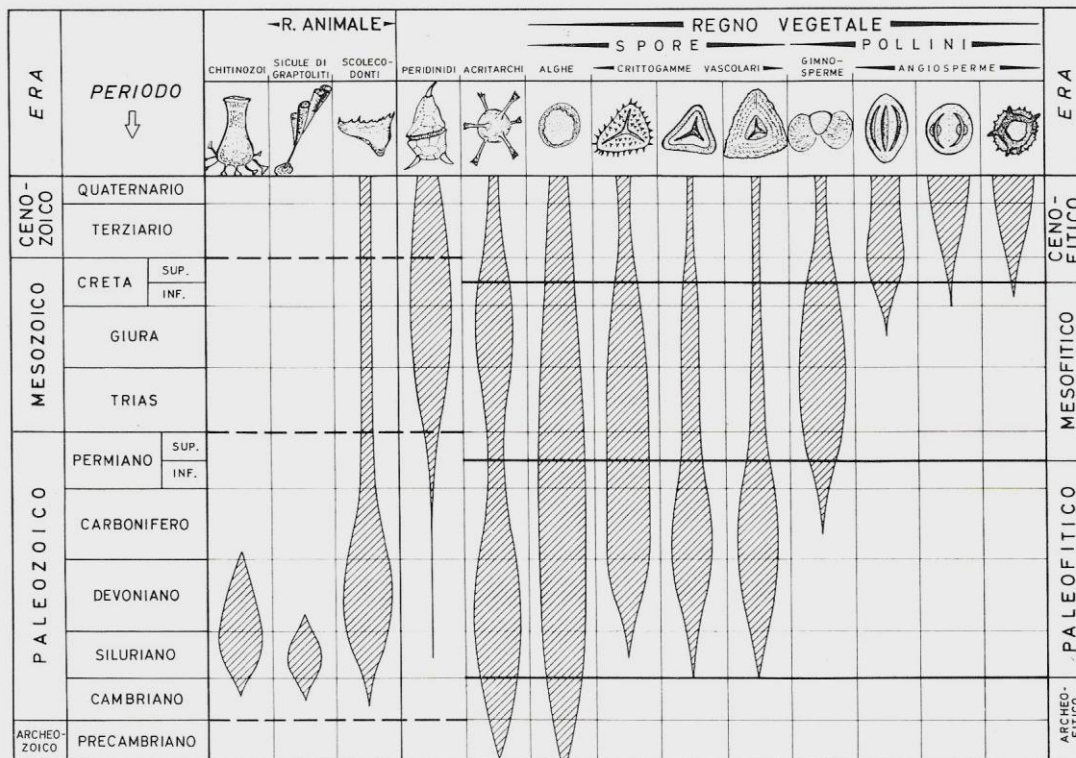
(\*) Dr. FRANCO FRANCAVILLA, Istituto di Geologia, Università di Bologna.

le Scienze biologiche e quelle della Terra. Infatti con il progredire delle ricerche microbiologiche e micropaleontologiche si sono dapprima formati rami specializzati, poi hanno preso corpo, vere e proprie Scienze autonome.

Oggi, con l'affinarsi dei mezzi di osservazione, il fenomeno continua e, nell'ultimo decennio, si sta differenziando dalla



Ambito della Palinologia tra le Scienze della Terra e della Vita. Protistologia sta essenzialmente per studio del microplankton attuale e fossile.



Distribuzione cronologica dei resti fossili di alcuni gruppi animali e vegetali o di incerta attribuzione. Per ognuno di essi sono osservabili fasi di progressiva espansione e di diminuzione o addirittura di estinzione (da Combaz, 1960, modificato; questo A. ha trattato le alghe unicellulari = peridinidi, unitamente alle isticosfere).

Microbiologia e dalla Micropaleontologia una nuova Scienza: la Palinologia.

**La scienza delle polveri**

Il termine *palinologia* deriva dal greco *παλύνω* (impolverare) o *παλί* (farina, polvere) ed è stato proposto per la prima volta da Hyde e Williams nel 1944, esponendo i risultati di studi sulla composizione di polveri di origine atmosferica, costituite essenzialmente di pollini a disseminazione anemofila.

Questo neologismo ha conosciuto una rapida fortuna e mentre sino a qualche anno addietro il termine limitativo di *sporologia* o di *pollinologia* gli era preferito, è ora pressoché unanimemente riconosciuto con l'aumento degli specialisti<sup>(1)</sup>,

<sup>(1)</sup> Sono stati calcolati, negli anni '60, in un migliaio per l'URSS ed in 500 circa per gli USA, per limitarci alle due massime potenze scientifiche.

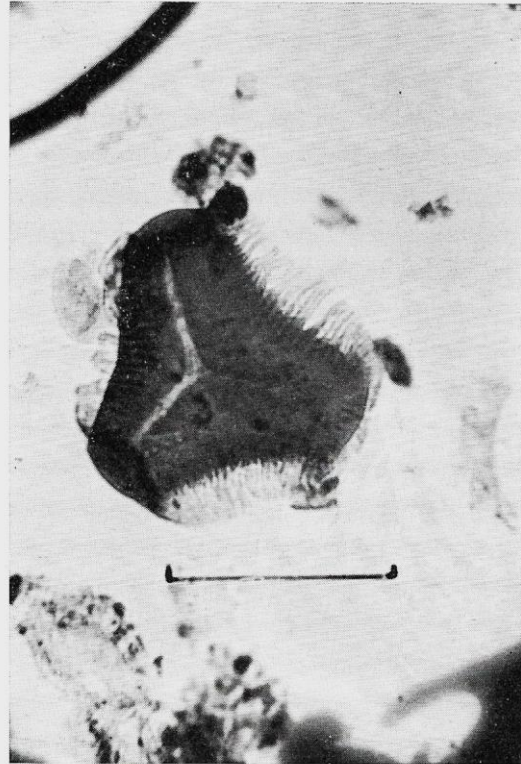
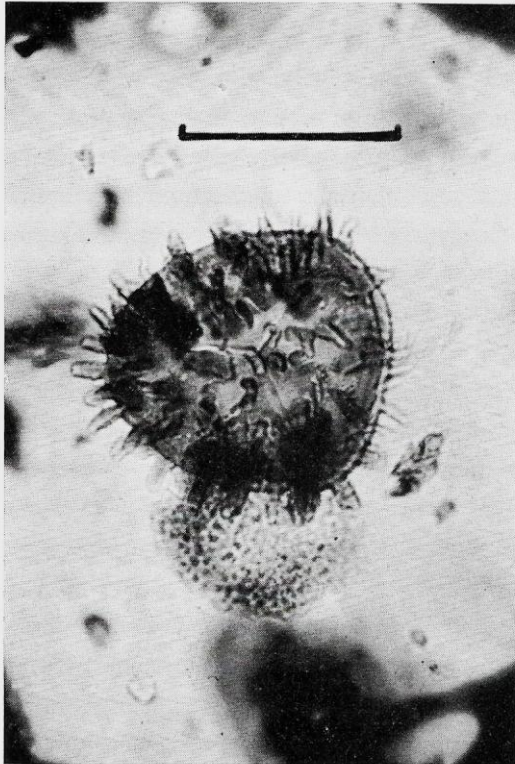
dei campi di indagine e della importanza soprattutto pratica di questi studi.

Certo i confini d'indagine di questa nuova Scienza, a malapena stabiliti, sono ancora oggetto di contestazione, ma una base comune si è ormai formata e si fonda, a nostro avviso, più su criteri dimensionali e sulla composizione chimica degli organismi studiati che non sull'appartenenza sicura degli stessi al Regno vegetale. Tuttavia ciò non è sempre sufficiente per definire l'ambito della Palinologia, causa le diverse metodologie di preparazione, osservazione e studio.

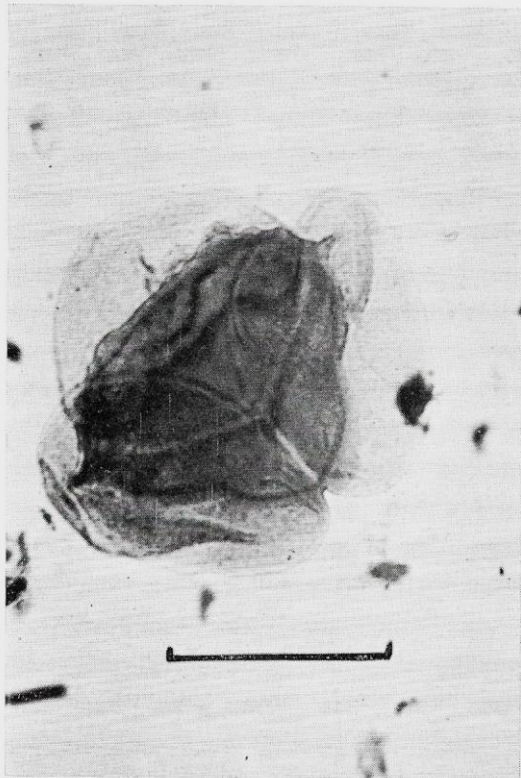
**Ambito di studio**

Se può essere semplice individuare l'ambito della Palinologia nel quadro delle Scienze botaniche, il discorso si fa più complesso quando si passa alle Scienze paleontologiche.

Infatti ai Paleontologi è riservato lo studio di tutti i fossili sia di origine ani-



Spore e pollini fossili del Carbonifero: 1, Raistrickia; 2, Reinschospora; 3, Alatisporites. La sbarretta corrisponde a 50 micron (dalla collezione CIMP).

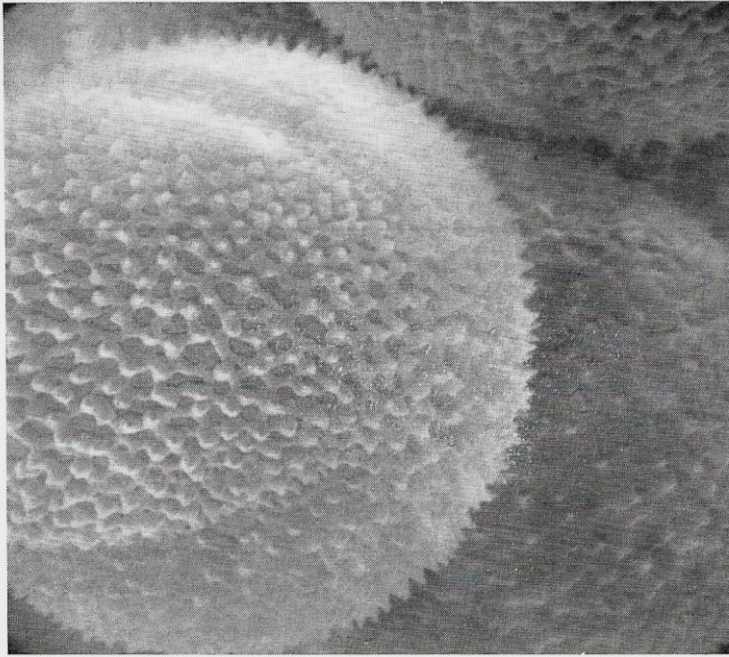


male (Paleozoologia) che vegetale (Paleobotanica). Tuttavia essi studiano, in genere, resti di organismi osservabili ad occhio nudo o con l'ausilio di moderati ingrandimenti.

A partire da un cm circa i Micropaleontologi si occupano principalmente di microfossili di natura minerale (radiolari, foraminiferi, ostracodi, conodonti, ecc.), con l'annullamento di fatto della distinzione tra Paleozoologia e Paleobotanica.

Da qualche decina di micron intervengono i Palinologi ed il loro campo di indagine può limitarsi allo studio di spore e pollini attuali e fossili (Palinologia in senso stretto), oppure comprendere microorganismi fossili di natura organica, di qualsiasi tipo (Palinologia *tout court*).

Oggi esistono alcuni specialisti che, al di là della barriera di qualche micron, si occupano di submicrofossili provenienti per lo più dal plancton marino (nan-



Polline subfossile indeterminato: a sinistra,  $\times 3.000$ , a destra  $\times 10.000$ . Le fotografie sono state eseguite al microscopio elettronico a scansione (foto JEOLCO Europa).

noplancton <sup>(2)</sup> con i gruppi dei nannofossili, coccolitoforidi, discoasteridi, ecc.) e pochissimi altri, per i quali viene già proposto il termine di paleo o geomicrobiologo, che compiono ricerche sui batteri fossili.

#### Campi di interesse

Essendo i campi d'interesse svariati, pensiamo sia utile, prima di proseguire, darne un elenco, facendo distinzione tra Regno vegetale, Regno animale ed Organismi di incerta attribuzione.

A - Regno vegetale.

— *Spore e pollini.*

Le spore appartengono al ciclo riproduttivo asessuato delle Crittogame. I pollini sono invece legati alla presenza dei fiori e quindi alla riproduzione sessuata delle Fanerogame, di cui costituiscono l'elemento maschile. La fecondazione avviene principalmente ad opera degli insetti, del vento e dell'acqua.

Si può comprendere pertanto come i resti fossili delle spore siano fra le più

antiche forme di vita e come i pollini, proprio per i loro modi di diffusione, si possano rinvenire praticamente in ogni ambiente.

Le spore sono presenti già all'inizio del Paleozoico, mentre i primi veri pollini compaiono con le Gimnosperme nel Carbonifero; il vero « boom » di questi ultimi lo si ha però nel Mesozoico con l'apparire delle Gimnosperme.

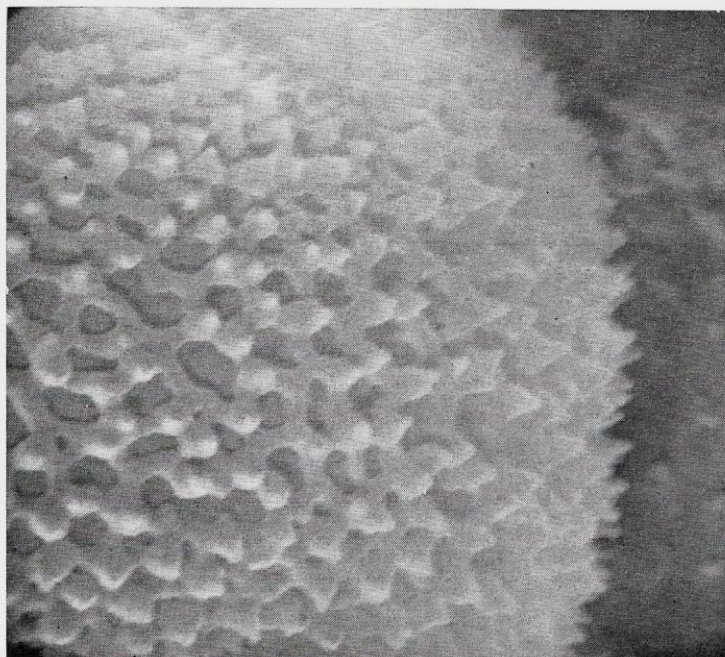
È così possibile una netta distinzione tra le forme paleozoiche primitive e le successive più evolute. Alla fine del Terziario ci si può già ricollegare alle forme attuali.

— *Alghe unicellulari.*

Molto spesso si rinvencono allo stato fossile delle « alghe verdi » pelagiche ed unicellulari, appartenenti soprattutto al genere *Botryococcus*. Talora hanno dato luogo ad accumuli tali da permettere il formarsi di carboni sfruttabili industrialmente; tale, ad es., è, l'origine dei « bogheads ».

Le attuali sono date da cellule subvali a riproduzione molto rapida, per semplice divisione, e sono circondate da un involucro gelatinoso che unisce individui diversi a costituire « colonie »; pos-

<sup>(2)</sup> Dal greco *ναννος* = piccolo e *plancton*.



sono secernere una sostanza oleosa che facilita il galleggiamento e, sotto l'azione del sole, assumere un colorito rossastro. Vivono di preferenza in stagni e paludi.

— *Spore d'alghe.*

Sono le primissime testimonianze di vita di cui sia documentata l'esistenza<sup>(3)</sup>. Di forma quasi sempre subsferica e per lo più prive di ornamentazione, non raggiungono dimensioni superiori ad 1/10 di mm.

Queste « spore primitive » si rinvencono a volte in notevole quantità e sono associate ad alghe. Hanno una certa importanza per lo studio della stratigrafia dei terreni più antichi.

— *Flagellati chitinosi.*

Conosciuti oggi sia in acque dolci che salate, i flagellati chitinosi sono uno degli elementi costituenti il plancton. Di forma assai varia sono caratterizzati sempre dalla presenza di flagelli e la loro membrana esterna è composta di sostanze chitinose o simili alla cellulosa.

<sup>(3)</sup> Alcuni AA. russi le hanno segnalate in rocce del Cambriano ed anche più antiche.

A volte di questi Dinoflagellati, se l'ambiente di sedimentazione era adatto come ad es. i fondi melmosi dei grandi oceani, si sono conservati anche i più fini dettagli di struttura e talora le parti molli.

Conosciuti dal Primario, misurano circa 1/10 di mm e ci permettono di avere informazioni sui plancton degli antichi mari, specie in rapporto agli attuali<sup>(4)</sup>.

— *Frammenti vegetali.*

Spesso nei preparati si ritrovano resti di materia organica decifrabili come lembi di tessuti vari, cuticole, sporangi, cellule vegetali non meglio definite e sostanze amorfe derivanti dall'alterazione e trasformazione di frammenti di origine vegetale di varia natura. Possono costituire unicamente un indice favorevole per la ricerca di altri elementi quali ad es. pollini e spore.

B - Regno animale.

— *Foraminiferi chitinosi.*

Si incontrano frequentemente nei pre-

<sup>(4)</sup> Questi Protisti ad affinità vegetale, vengono tradizionalmente considerati come appartenenti alle Tallofite.

parati forme riconducibili ai foraminiferi. Si tratta di involucri chitinosi semitrasparenti appartenenti ad un gruppo particolare incapace di agglutinare o fissare minerali e quindi privo di struttura scheletrica oppure, come è più probabile, sono individui la cui parte mineralizzata è andata distrutta. Le loro dimensioni vanno da 1 a qualche decimo di mm e la loro importanza è per ora debole.

— *Frammenti animali.*

Come per i resti vegetali così, anche se meno di frequente, si rinvencono frammenti animali. Si tratta di parti di epidermide, di sicule di graptoliti, di parti mandibolari di anellidi (scolecodonti) e frammenti di insetti. Anche in questo caso le caratteristiche comuni sono la costituzione chitinoso e le dimensioni minime, non superiori a decimi di mm.

C - *Incertae sedis.*

— *Acritarchi s.s.*<sup>(5)</sup>

Sotto questa denominazione vengono raggruppate moltissime forme non altrimenti classificabili. Il loro aspetto è quanto mai vario, da circolare ed ellittico a triangolare, quadrato e poliedrico. Parametri variano la distribuzione stratigrafica e le dimensioni: da pochi micron a centinaia di micron.

Il loro studio è oggi in pieno sviluppo e se ne tenta un certo ordinamento sistematico, per l'interesse non trascurabile di alcuni di essi in stratigrafia.

— *Istricosfere.*

Come dice il nome, si tratta di sfere per solito di natura omogeneamente chitinoso, di dimensioni tra 20 e poco più di 100 micron, variamente fornite di peli, spine, bastoncelli ed ogni tipo di escrescenze.

Alcuni AA. ne classificano oggi buona parte tra gli acritarchi s.s.; altri tuttavia ne fanno un gruppo monofiletico, specie per quelle postpaleozoiche.

<sup>(5)</sup> Il termine è stato creato nel '63 per raggruppare microfossili palinologici di incerta collocazione sistematica. Ho preferito comprendere negli *incertae sedis* anche Istricosferidi e Chitinozoi la cui attribuzione a gruppi animali o vegetali è tuttora fortemente incerta ed oggetto di controversie.

---

Distribuzione per età e dimensioni, di alcuni fossili. Spore e pollini: 2-16, 18-23, 25-30, 33, 40, 42; lycopodiali: 113, 117; equisetali: 74, 100, 104; filicali: 84; pteridosperme: 99; bennettitici: 93, 105; conifere: 92, 103; betulacee: 96; rosacee: 97. Conodonti: 51; foraminiferi: 24, 31-32, 34-37, 39, 41, 43-50; ostracodi: 38; tintinnidi: 17. Trilobiti: 53-55; celenterati: 56-57; brachiopodi: 69; lamellibranchi: 58-60, 68, 70, 72-73, 83, 87, 89-90; gasteropodi: 52, 61-65, 67, 71, 88; cefalopodi: 66, 75-79, 80, 85; echinidi: 82; crinoidi: 86. Pesci: 91, 95, 98; rettili: 101, 110, 114, 118-119; uccelli: 94; sdentati: 07; roditori: 81, perissodattili: 106, 111; proboscidi: 115-116; carnivori: 112; scimmie: 102; omidi: 108; uomo: 109, 120.

---

Si tratta verosimilmente di cisti di alghe e si rinvencono talora in buona quantità.

— *Chitinozoi.*

Come le istricosfere vengono da alcuni considerate appartenenti al mondo vegetale, così i chitinozoi sono ad affinità animale, ma il problema è aperto tenuto conto che si tratta, per di più, di un gruppo ormai estinto.

Sono organismi di natura chitinoso a forma di bottiglia o fiaschetto, comunque a simmetria assiale e con una apertura orale (?); a volte sono esternamente ben ornamentati.

Mentre di alcune specie si rinvencono gli individui isolati, per altre la vita doveva essere coloniale per riunione lineare di più unità. Le dimensioni possono raggiungere anche i 2 mm e si rinvencono di preferenza in rocce molto ricche di argilla mentre sono rari in quelle carbonatiche. La loro grande variabilità specifica ne ha accentuato l'importanza, unitamente alla limitata distribuzione nel tempo. La loro scomparsa avviene già con la fine del Devoniano.

**Tecniche e metodi di studio**

Studiare i materiali organici di cui si è detto, non è semplice e le difficoltà aumentano passando dalla materia vivente alle rocce via via più antiche.

Raccogliere un fiore o un fungo e ricavarne pollini e spore, può essere relativamente semplice; basta disporre una certa quantità di materiale direttamente su un vetrino da biologia rompendo qualche antera oppure uno sporangio, eliminare i tessuti cellululosici che circondano



spore e pollini e rendere trasparente il tutto grazie ad etere od alcool; occorre infine fissare in glicerina e coprire con una lamella.

Per i pollini dei mieli basta prima diluire in acqua tiepida, sedimentando poi a mezzo centrifuga e per quelli aerei è sufficiente esporre all'aria un vetrino ricoperto di gelatina glicerinata.

Per gli altri organismi basta filtrare con un filtro di nylon a maglie strettissime oppure centrifugare ripetutamente.

Un metodo migliore soprattutto per lunghe conservazioni, è comunque quello dell'« acetolisi »; prima si disidrata il materiale con acido acetico glaciale, poi lo si tratta con una mescolanza di 9 parti di anidride acetica ed una di acido solforico, si lava e centrifuga più volte, si colora eventualmente con safranina o verde di metilene e si monta in gelatina glicerinata.

Per le rocce occorre invece eliminare tutta la parte minerale o allontanare per ossidazione la matrice organica amorfa, come nel caso delle torbe e dei carboni. Quindi, previa polverizzazione, vengono attaccati i carbonati con HCl diluito, le rocce contenenti silicati con HF, quelle organiche con una mescolanza di HNO<sub>3</sub> e KClO<sub>3</sub>; si lava e centrifuga ripetutamente.

Tenuto conto che ciò che si conserva è quasi sempre la sola membrana cellulare o l'involucro chitinoso esterno dei microrganismi, occorre ridare ad essi il primitivo turgore al fine di poterne studiare la forma. Il residuo va perciò, a questo punto, immerso in glicerina e lasciato riposare prima di procedere, del pari, al montaggio.

Va detto che le rocce più favorevoli all'analisi sono quelle argillose, le arenarie finissime e naturalmente i carboni o comunque i sedimenti depositi da acque lente; meno, i calcari, le dolomie e le rocce saline.

Il colore può essere indice di conservazione poiché il bianco, il giallo ed il rossastro indicano una avvenuta trasformazione con distruzione del materiale organico eventualmente presente.

D'altra parte la presenza o meno di microfossili organici è legata all'ambien-

---

Analisi palinologica di un campione raccolto a 9.200 m di profondità, nella fossa del Giappone: 1, 4, 5, spore di Polypodiaceae; 2, 17, polline di Pinus; 3 polline di Tsuga; 6, spora di felci; 7, 10, pollini di Fagus; 8, polline di Chenopodiaceae; 9, 12, polline di Alnus; 11, 15, pollini di Taxodiaceae; 13, Ovalipollis; 14, polline di Gramineae; 16, 21, Concentricystes; 18, spora indeterminata; 19, polline di Ulmus; 20, 29, spore di funghi; 22, Botryococcus; 23, 24, 32, 33, Dinophyceae; 25, alga indeterminata; 26, microforaminifero chitinoso; 27, Tasmannaceae; 28, 31, denticulati; 30, microrganismo indeterminato. (da Marine Geol., 4, 1966)

---

te in cui è avvenuta la fossilizzazione; un ambiente ossigenato o ricco di microrganismi anaerobi è tipicamente distruttore. Bisogna poi tenere conto della diagenesi dei sedimenti e delle azioni distruttrici esercitate da agenti di superficie come ad es. acque di infiltrazione.

È per questo che la parte più superficiale delle rocce va di preferenza esclusa dalle indagini.

### Osservazione e classificazione

I vetrini debitamente contrassegnati, passano allo studio microscopico che viene effettuato a partire da 100-150 ingrandimenti per la ricerca e sino a 1.000 per l'osservazione dei più fini particolari<sup>(6)</sup>. Le differenti specie vengono riconosciute, descritte e determinate; la classificazione cui si ricorre può essere basata o sulla sistematica naturale o puramente morfologica. È quest'ultima il caso degli organismi lontani da noi nel tempo per i quali non sempre sono riconoscibili affinità con gruppi viventi.

Oltre questo lavoro puramente qualitativo, quando sia possibile si possono effettuare dei conteggi per ogni tipo, avviando in tal modo una ricerca quantitativa che permetta la definizione di curve statistiche molto utili ad es. per le correlazioni stratigrafiche o l'accertamento di mutamenti climatici significativi.

### Applicazioni e sviluppi

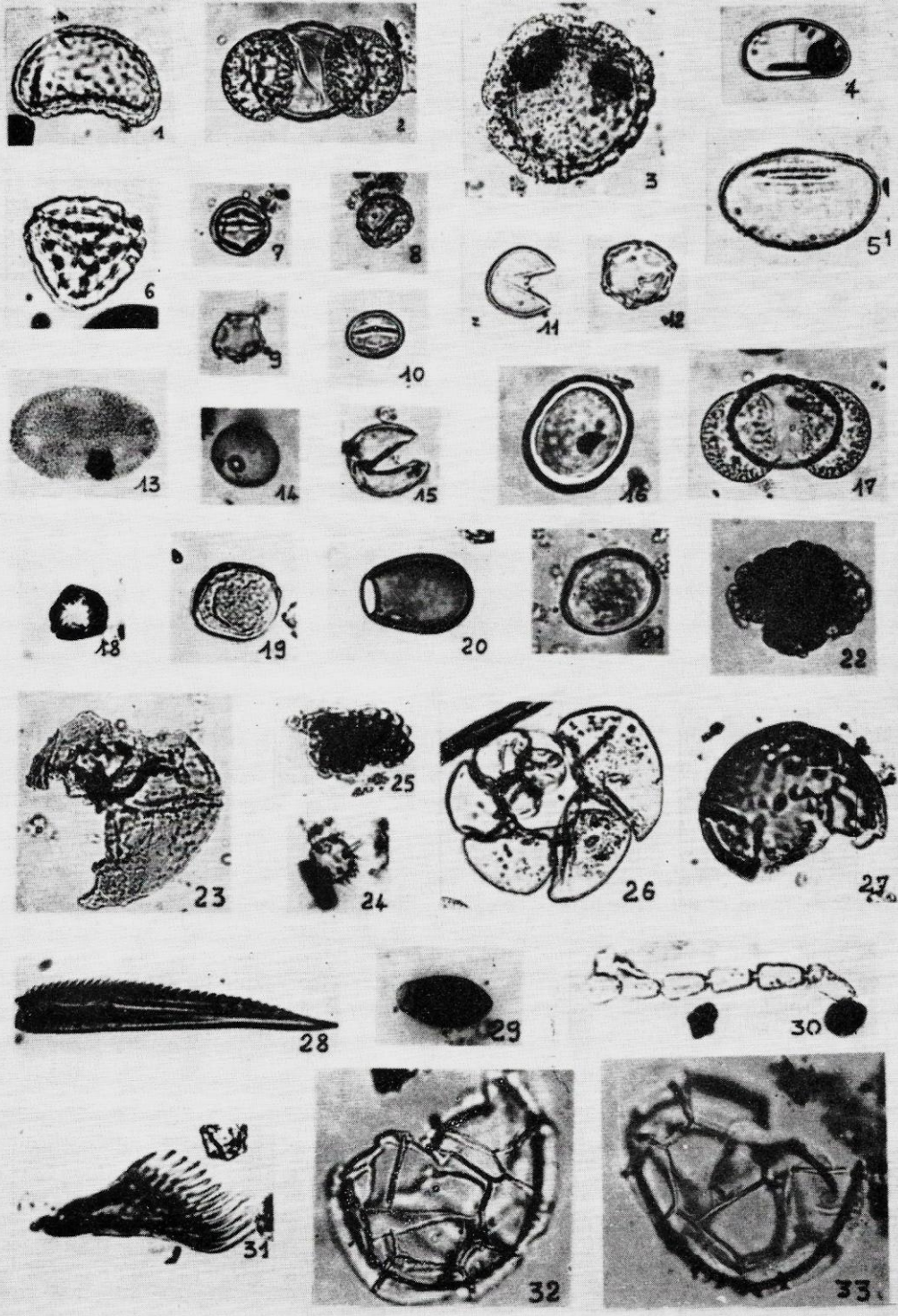
La Palinologia presenta attualmente molteplici campi di sviluppo e di applicazione soprattutto pratica.

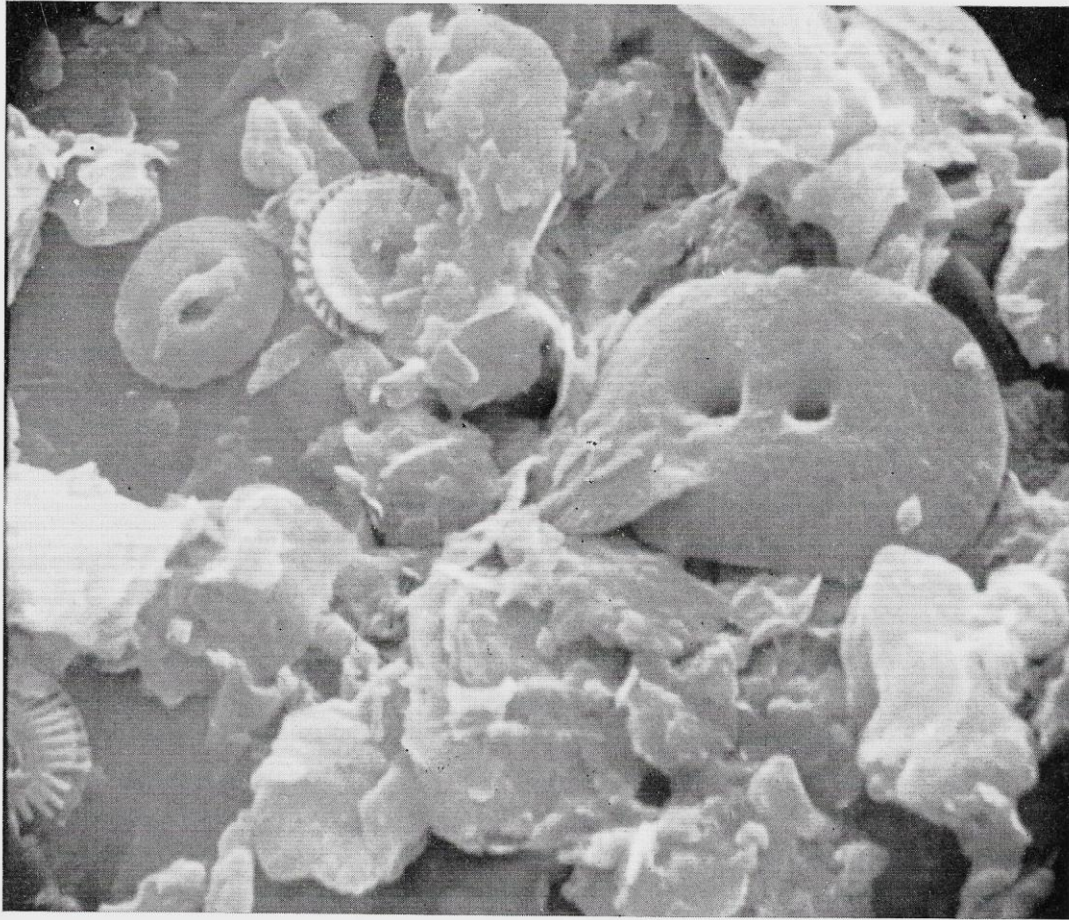
---

<sup>(6)</sup> Nuovi campi di indagine ed allettanti prospettive sono stati di recente forniti dalla microscopia elettronica con possibilità di osservazioni ad ingrandimenti sino ad ieri impensabili.



50 u





**Nannoplankton proveniente dai fondali del Tirreno:  $\times 7.000$ . La fotografia è stata ottenuta al microscopio elettronico JEOL (foto Cati Borsetti).**

Serve infatti allo studio di pollini e spore nell'ambito classico degli studi botanici e sempre a questo riguardo è particolarmente stimolante la ricerca paleobiologica indirizzata alla ricostruzione delle linee di evoluzione (filogenesi) dei vari gruppi botanici con riferimento non solo al variare delle loro forme ma anche al tipo di riproduzione ed al loro tipo biologico.

Sforzi non trascurabili sono poi dedicati al riconoscimento ed allo studio dei pollini aerei (aeropalinoologia) vista la loro grande importanza per l'uomo se li si osserva con l'occhio del medico che indaga sulle allergie e la loro cura.

In agronomia ci si preoccupa da sempre dell'impollinazione naturale, né va dimenticato lo studio dei mieli (melissopa-

linologia) per indagare sulla loro origine e composizione.

In silvicoltura si può analizzare il senso dell'evoluzione delle antiche foreste per trarne indicazioni per un'azione futura di conservazione o reintegrazione del patrimonio forestale.

In geologia, la palinologia è strumento utilissimo in stratigrafia sia per datare una formazione che per correlare orizzonti diversi; a questi fini è fortemente utilizzata nella ricerca e nello sfruttamento dei carboni e del petrolio. Per quest'ultima branca delle attività umane va anzi detto che si è dimostrata indispensabile quando le ricerche avevano per oggetto terreni molto antichi o particolarmente poveri di altri fossili come ad es. la quasi totalità dei sedimenti continentali. Uno dei

risultati più recenti è stato proprio la messa in rapporto di sedimenti marini e di terraferma, avendo, unici i pollini, una soddisfacente distribuzione in ambedue.

Sono inoltre possibili ricostruzioni paleoecologiche e paleogeografiche ciò che permette, se si tiene conto del fattore tempo, l'analisi delle variazioni climatiche di determinate regioni; ciò è particolarmente valido per il Quaternario.

Oggi prende l'avvio anche lo studio delle particelle minime delle parti più basse della nostra atmosfera, in buona parte pollini; il meteorologo se ne serve infatti per cercare di comprendere il complesso meccanismo delle correnti aeree e della formazione delle meteore acquee.

Anche la moderna glaciologia utilizza sempre più e meglio le analisi dei pollini conservati nei ghiacci, specialmente delle grandi calotte, per capirne l'evoluzione ed interpretarne deformazioni ed ampiezza di movimenti.

La stessa cosa si può dire per l'oceanografia che studia, tra l'altro, i sedimenti dei fondi marini costituiti, soprattutto quelli dei grandi oceani, in buona parte da fanghi finissimi a pollini e resti planctonici.

Inoltre le recenti ricerche sulla preistoria vengono sempre integrate da indagini polliniche volte a comprendere i modi ed i tempi degli insediamenti umani e del parallelo sviluppo delle attività agri-

(<sup>7</sup>) È interessante notare come le scale cronologiche palinologiche abbiano ricevuto recentemente conferma dai moderni metodi di misura del tempo basati sul decadimento di sostanze radioattive.

cole; osservazioni di grande utilità vengono egualmente fornite all'archeologia per meglio comprendere avvenimenti più vicini a noi nel tempo (<sup>7</sup>).

Per terminare un accenno a quella che per ora è quasi solo una curiosità: sono già parecchi i lavori su microfossili rinvenuti in meteoriti e quindi di origine extraterrestre. Le controversie al riguardo sono notevoli, ciò che non toglie che sia praticamente iniziata anche per la Palinologia l'era spaziale.

\*\*\*

Per chi desidera avere ulteriori notizie sull'argomento, pensiamo sia utile dare alcuni riferimenti bibliografici:

- CHARRIER G. - *Impiego dei metodi palinologici in stratigrafia e in campo geominerario*. «Atti Rass. Tecnica Soc. Ing. Arch.», Torino, a. 19, n. 12, 1965.
- COMBAZ A. - *Une science des poussières: la Palynologie*. «Sciences», n. 49-50, 1967.
- ECHLIN P. - *Il polline*. «Le Scienze», a. 1, n. 1, 1968.
- ERDTMAN G. - *An introduction to pollen analysis*. «Chronica botanica», v. 12, Ronald Press, N. York, 1943.
- HYDE H. A., ADAMS K. F. - *An atlas of airborne pollen grains*. Macmillan, London, 1958.
- KREMP G. - *Morphologic encyclopedia of Palynology*. The Univ. Arizona Press, Tucson, 1965.
- NEVIANI I. - *Analisi palinologica: sua applicazione in stratigrafia e nelle ricerche petrolifere*. «Metano Petr. e Nuove Energie», a. 15, n. 2-5, 1961.
- AA. VARI - *Marine palynology. Marine geology*. V. 4, n. 6, Elsevier, Amsterdam, 1966.
- AA. VARI - *Palynological contributions to environmental geology*. «Paleogeography, Paleoclimat., Palaeocol.», v. 3, n. 1, Elsevier, Amsterdam, 1967.
- AA. VARI - *Palynology in oil exploration*. «Soc. Ec. Paleont. Min.», n. 11, Tulsa, 1964.