

El análisis polínico como fuente de información en los proyectos arqueológicos*

La palinología, rama de la botánica dirigida al estudio de los granos de polen, esporas y algunos otros tipos de palinomorfos, constituye una disciplina coadyuvante con otras (edafología, ecología, meteorología, química, zoología, etc.), en la investigación arqueológica.

Cabe insistir en la importancia que tiene el trabajo interactuante entre especialistas, como factor procedente tanto en el incremento de la calidad de los proyectos realizados como en el desarrollo de la experiencia personal, atributos con cargo trascendente en investigaciones de naturaleza histórica.

Cuando se ha colaborado como palinóloga en proyectos arqueológicos, se advierte la necesidad de puntualizar a los interesados, como acceso hacia la ponderación de las limitaciones y posibilidades del análisis polínico, los problemas que confronta el palinólogo para la interpretación de los resultados técnicamente obtenidos.

El análisis de polen constituye un auxiliar de la paleoecología en la reconstrucción de la biota y para el estudio de la comprensión de las relaciones de los organismos y su ambiente, es decir, en la reconstrucción de los ecosistemas del pasado, en forma especial a los que pertenecen al período Cuaternario con gran significación antropológica.

Las bondades de este análisis se derivan de las características estructurales, de constitución, forma y origen que la gran mayoría de los granos de polen comparten:

- Su alta resistencia conferida por la esporopolenina (polímeros de ésteres y carotenos) que conforman su capa externa (exina) permite a los granos conservarse en condiciones de "no oxidación", depositarse en forma más o menos inalterada en ambientes de sedimentación cuando quedan depositados como una "lluvia de polen".
- Su tamaño, que comúnmente oscila entre 5 y 100 micras, y su presencia, cuando es abundante, permite con pequeñas cantidades de sedimento obtener muestras representativas de la población fósil, lo que no sucede en el caso de microfósiles.
- En abundancia de granos de polen (como suele suceder en sedimentos Cuaternarios) puede tenerse una representación estadística, de todos y cada uno de ellos, para cada sitio y edad; esto permite establecer comparaciones entre diferentes localidades y distintas épocas.
- Su procedencia de plantas integrantes de comunidades vegetales facilita su empleo en la reconstrucción de la vegetación tanto local como regional. De la reconstrucción de una vegetación pasada pueden inferirse los factores ambientales dada la influencia que éstos mantienen sobre la vegetación.
- La proporción de cada tipo polínico depende, entre otras cosas, del número de plantas padres, de aquí que la "lluvia de polen" sea una función de la composición de la vegetación; por lo tanto, una muestra de "lluvia de polen" puede ser un índice de la vegetación de determinado punto en el espacio y en el tiempo.
- Las características morfológicas de ornamentación de la exina ayudan a la identificación taxonómica.

A los rasgos de orden natural mencionados, se suma el hecho técnico que la taxonomía y la morfología de un número ya considerable de granos de polen están, grado más grado menos, definidas, particularmente en el caso de climas templados, ello facilita su identificación a diferentes niveles taxonómicos con microscopio de luz.

Sin embargo, las particularidades antes mencionadas no constituyen, salvo excepciones, casos reales, de aquí que la imposibilidad de su aplicación lineal y directa establezca el problema principal para la interpretación de los resultados del análisis por el palinólogo.

La perturbación más importante la introduce la forma en que se distribuyen los granos de polen en los sedimentos. Esta obedece a tres factores: producción, dispersión y depósito de los mismos.

La cantidad de polen generada difiere en las plantas. En general, en las especies con polinización por el viento (anemófilas), evento sujeto al azar, la producción es mayor que en las polinizadas por insectos (entomófilas) o por vía acuática (hidrófilas). Dentro de cada especie y hasta en cada individuo pueden presentarse cambios estacionales y anuales en la producción. También puede haber variaciones diurnas relacionadas con la temperatura y la humedad relativa. En algunas plantas la producción es tan baja que la posibilidad de incorporación de polen a los sedimentos orgánicos es remota.

La dispersión y depósito del polen, son eventos sucesivos e íntimamente relacionados. La dispersión depende de las condiciones de turbulencia y humedad de la atmósfera, de la velocidad y dirección del viento. También puede influir en este suceso la presencia de barreras, a veces de tipo vegetal, así como la forma y peso del grano que rigen su caída, y la robustez y altura de la planta que lo genera.

Como mecanismos de transporte del polen operan los insectos, el agua y el viento, estos dos últimos son los vehículos que más lo alejan de su lugar de origen confiriéndoles el carácter de alóctono, es decir, polen que no es natural del sitio en que se depositó y de donde fue recuperado en la toma de la muestra. Algunos *taxa* son conocidos por las grandes distancias a que puede ser transportado su polen como sucede con *Pinus* (pino u ocote).

El depósito del polen en los sedimentos se ve intervenido por procesos físicos de movimiento y filtración del agua a través del suelo (excepto en algunas regiones con prolongada estación de sequía), con arrastre de granos de polen, sobre todo en terrenos arenosos. Esta textura permite además que el polen y otros palinomorfos sean fácilmente eliminados por lavado, de aquí que las muestras obtenidas en estos sitios, presenten un número muy reducido de granos, lo mismo acontece en tomas de sedimentos constituidos por ciertos tipos de cenizas volcánicas; en contraste, los sedimentos con granulometría más fina (arcillosa), propician la formación de "trampas" que los retienen.

Otro factor que altera la manera estratificada del depósito del polen, por desplazamiento de su lugar de origen, es la fauna que puebla el suelo (ejemplo los gusanos de tierra), que con su tránsito y acarreo provoca una mezcla de elementos. Algunos insectos, como lo hacen las hormigas, transportan el polen a sus nidos, acción que lleva consigo una "concentración artificial selectiva" de granos de polen. El hombre puede también dar lugar a este tipo de concentración en los sitios de asentamiento, por sus prácticas de cultivo, aposentación (incluso en cuevas) y tránsito. Los basureros y depósitos fecales de animales herbívoros y palinófagos son otro conducto hacia la "concentración artificial selectiva", en éste último caso, en forma de coprolitos.

Una perturbación más en el depósito la establece el redépósito del polen, resultante de la erosión de sedimentos poliníferos que originados en un tiempo pueden volver a depositarse y preservarse con fósiles que corresponden a otra época, aún la contemporánea.

Hay que sumar, a los inconvenientes mencionados, aquél que representa el deterioro, *in situ*, del polen. Desde el momento en que éste es liberado por la planta, queda sujeto a toda clase de procesos físicos, químicos y biológicos y algunos de ellos van a impedir su preservación.

La naturaleza y condiciones del suelo que aloja la partícula de polen, influyen sobre la resistencia de la esporopolenina. Sedimentos con pH ligeramente alcalino (aproximadamente de 7.1 a 8), favorecen la conservación y como lo demuestra la experiencia en sitios arqueológicos trabajados, resultan más productivos que aquellos ácidos, donde la actividad microbiológica implica la destrucción del polen. La presencia particular de metales pesados, como el cobre y una gran salinidad, operan negativamente en la conservación. Por otra parte se presenta la circunstancia de plantas que producen polen que difícilmente se preserva, por ejemplo miembros de la familia Juncaceae como *Juncus* (tullivo) y otras plantas acuáticas como *Najas*. Todas estas contingencias arrojan granos rotos, deformados, corroídos o degradados, de identificación difícil o imposible.

*N. del E.: A petición de la autora se publica de nueva cuenta el texto de referencia, respetando íntegramente el original presentado.

**Departamento de Prehistoria.

La identificación del polen representa la etapa redituable del análisis polínico, la que fundamenta y franquea las interpretaciones paleoecológicas. Desafortunadamente no siempre es viable establecer la identidad del polen. Existen causas de tipo técnico, como las que enseñada se exponen que obligan a rotularlo como indeterminado o no identificado:

- Los granos de polen quedan ocultos total o parcialmente por restos de materia orgánica o por cristales. En estas condiciones no es posible observar sus rasgos.
- La posición que exhibe el grano en la preparación para microscopio (laminilla), no permite observar sus características diagnósticas. Los inconvenientes mencionados son sucesos aleatorios que están fuera del control del palinólogo.
- Otro problema de la misma índole, aunque de menor frecuencia, lo constituye la aparición, en la laminilla, de polen aberrante que tendrá que catalogarse como desconocido.
- El número de granos registrados como desconocido se afectará en función de los recursos referenciales con que cuente el palinólogo para la identificación. La escasez de claves y descripciones morfológicas y un número reducido de ejemplares de palinoteca arrojan cifras altas; la situación contraria las abate.

Conviene aclarar que en algunos casos la identificación queda circunscrita a determinadas categorías taxonómicas, esto se debe a que miembros de un mismo género o de una familia, producen polen muy similar, indiferenciable entre sí a nivel de especie. Se cita como ejemplos a las Gramineae (*Panicum*, zacate y *Setaria*, mijo), Cyperaceae (plantas acuáticas del tipo de los juncos y los tules) y Compositae (por ejemplo el girasol y el cempaxúchil). En estas plantas, con frecuencia, la identificación se ve restringida al género o a la familia dado la similitud de su polen.

Lo hasta aquí expuesto evidencia dos condiciones indispensables para que el examen de las laminillas desemboque en una interpretación real: que haya polen y que éste sea identificable.

En busca de la confluencia de estos dos requisitos, el especialista ha de tomar en cuenta, al elegir los sitios de toma de muestras y para fijar su espaciamiento y su tamaño, los problemas apuntados líneas atrás, en especial aquellos relacionados con la producción, dispersión y conservación del polen. Debe además considerar el tipo de vegetación que produce la "lluvia de polen", así como las particularidades de distribución de granos, por ejemplo, en el caso de una toma de muestra en un bosque tropical tendrá presente, al juzgar la baja producción de polen, la existencia de muchos individuos entomófilos, analizará la peculiaridad de que la "lluvia de polen" está preponderantemente dominada por las plantas más grandes o más altas de la vegetación (dosel), postura que da la impresión de que estos elementos son los más importantes, cosa que no necesariamente es cierta. Ponderará la situación contraria cuando se trata de bosques templados, en donde la "lluvia de polen" y la presencia de ejemplares anemófilos suelen ser abundantes.

Otra determinante del sitio de toma de muestras lo constituye el tipo de interpretación que se pretende alcanzar. Para las de género paleoambiental se requieren lugares sensibles a las modificaciones ambientales como lo son los depósitos permanentes de agua, sin corrientes y estratificados (medios lacustres) o bien las turberas. Estos lugares son ambientes que favorecen la preservación de la materia orgánica por ser medios reductores que regulan la actividad microbiológica. En los depósitos que no persisten inundados todo el año, es decir, aquellos de existencia temporal, los granos de polen pueden sufrir destrucciones durante la temporada de sequía.

Por lo que a información de tipo etnobotánico se refiere, se propende a la toma de muestras de pozos excavados en espacios relacionados con el hombre. Estos y en general todas las localidades arqueológicas ofrecen, a la ejecución del análisis polínico, inconvenientes, unos cuantos mencionados en párrafos anteriores y a los que conviene sumar aquel que representa la ausencia de estratificación, en el sentido estricto del término, que repercute en muestras con polen de diferentes edades.

Como parajes arqueológicos, las cuevas, sitios frecuentemente propuestos para hacer las tomas, presentan varias complicaciones. La experiencia indica que en sedimentos procedentes de estas formaciones,

la cantidad de polen recuperado es muy baja; los factores que condicionan esta situación son múltiples, entre ellos se cuentan la configuración y ubicación de la caverna, aspectos que determinan el flujo del viento que acarrea y distribuye el polen dentro de la gruta, a muy corta distancia de su entrada. También por la práctica se sabe que las tomas hechas precisamente en el acceso, la vegetación representada resulta ser la local. Aparte de la conducción eólica, es factible el arribo de polen a esta oquedad por medio de las filtraciones típicas que las ornamentan, como lo demuestra el hallazgo de granos de polen en estalactitas.

Expuestos los problemas, requisitos y precauciones que ameritan atención y registro en las etapas previas al trazo del espectro polínico y a su interpretación, es necesario mencionar los inconvenientes mayores que hay que sortear para posibilitar el diseño de un espectro polínico que garantice inferencias convenientes, con máxima aproximación a la realidad, que a su vez conduzcan a interpretaciones con las mismas cualidades, finalidades que constituyen los objetivos del análisis polínico.

Para la elaboración del diagrama se requiere una cantidad de polen estadísticamente representativa. La mayoría de los especialistas aceptan como valor mínimo de conteo por muestra, una suma polínica de 200 granos. Esta cantidad puede elevarse hasta 500 o más, en función del número de *taxa* por muestra, así como de los objetivos concretos del proyecto que se apoya.

Los resultados obtenidos en la práctica demuestran que en las "lluvias de polen" de comunidades vegetales de la actualidad existen especies sobrerepresentadas (ejemplo *Pinus* y *Alnus*) o subrepresentadas (ejemplo *Tilia*, *tilia* o *tzirimo*), que falsean el espectro polínico. Con base en esta experiencia, algunos autores europeos calcularon factores que permiten corregir esta falla cuando el hecho descrito se traslada al pasado. Así sugieren, por ejemplo, que el número de granos de polen de *Pinus* y *Alnus* (aile) contados se divida entre cuatro, el de *Ulmus* (olmo) y *Picea* (pinabete) entre dos y el de *Tilia*, *Fraxinus* (fresno) y *Acer* (acezintle, o arce) se multiplique por dos.

Desde luego estos factores no son aplicables a la flora mexicana y en tanto que se desconozca, desde el punto de vista polínico, la dinámica de las comunidades vegetales actuales de nuestro país, tampoco es posible calcularlos. Este estado de cosas obliga al palinólogo mexicano a hacer acopio de sus conocimientos y experiencias para ensayar una serie de combinaciones a fin de reducir al mínimo el inconveniente de la sobrerepresentación y la subrepresentación.

Tanto para el ajuste y corrección del espectro polínico como para su interpretación es preciso establecer comparaciones entre los espectros obtenidos de muestras recogidas para investigaciones con enfoque diferente, en esta forma, estudios paleoambientales pueden tener cierta aplicación indirecta o complementaria de los estudios de matiz etnobotánico. La conjunción y ponderación de los elementos contrastados se traduce en interpretaciones más sólidas.

Entre especialistas es frecuente la práctica de elegir en la información reunida sobre las características físicas (textura, estructura, compactación, etc.) y química (pH, composición química, etc.) de los sedimentos considerados en el análisis polínico, los datos más significativos y anotarlos en el esquema del diagrama polínico.

Un recurso indispensable para afinar las interpretaciones paleoecológicas es la concurrencia permanente de estudios de semillas, insectos, moluscos, vertebrados, ostrácodos y fitofitos.

BIBLIOGRAFÍA

- Birks, H. J. B. y H. H. Birks, *Quaternary Palaeoecology*, London, Edward Arnold, 1980.
- D'Antoni, H., *Arqueoecología. El Hombre en los ecosistemas del pasado a través de la Palinología*, México, INAH, Departamento de Prehistoria, 1979 (Colección Científica 72).
- Dimbleby, G. W., *The Palynology of archaeological sites*, Academic Press Inc., London, 1985.
- Departamento de Prehistoria, *Sección de Laboratorios del Departamento de Prehistoria*, Instructivo, México, INAH, 1982.
- Kapp, R., *How to know pollen and spores*, Dubuque, Iowa, Brown Company Publishers, 1969.
- Sánchez, F. (coordinador), *Arqueobotánica (Métodos y aplicaciones)*, México, INAH, Departamento de Prehistoria, 1978 (Colección Científica, 63).