MN HN

NOTICIARIO MENSUAL

Año XXIV - N.º 278 - Noviembre - Diciembre

Santiago - Chile 1979

CONTENIDO

ALEJANDRO TRONCOSO A.

El estudio del polen atmosférico, una posibilidad educativa 3

MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL

Horario de visitas al Museo:

Martes a Sábados, de 10 a 13 horas, de 13.30 a 18 horas.

Domingos y Festivos, de 14.30 a 18 horas.

NOTICIARIO MENSUAL DEL
MUSEO NACIONAL DE
HISTORIA NATURAL
Director: GRETE MOSTNY G.
Casilla 787 - Santiago - Fono 90011

Este número fue Impreso en el Museo Nacional de Historia Natural.

El estudio del polen atmosférico, una posibilidad educativa

ALEJANDRO TRONCOSO A. (1)

I. INTRODUCCIÓN.

El espíritu inquisitivo y creador de niños y jóvenes encuentra una satisfactoria y fascinante canalización en el proceso de la investigación científica. Prueba de ello es el éxito alcanzado por las Juventudes Científicas de Chile, así como por las diferentes ferias y exposiciones a que esta encomiable actitud de nuestros educandos da lugar. En los colegios se desarrollan las academias científicas y no es exagerado pensar que, con el tiempo, pudiera organizarse clubes de investigación científica ligados a los centros culturales de la comunidad, tal como hoy nacen y se desarrollan los clubes deportivos.

El impulso de este espíritu investigador de niños y jóvenes ha de ser canalizado y orientado a fin de satisfacer tan positiva inquietud, dándoles oportunidad de utilizar su tiempo libre en un "ocio creador" y lleno de valores. La investigación científica y la seducción que ella ejerce sobre la juventud dan a la sociedad, a su vez, una oportunidad de orientación que no debe ser desechada.

Para hacer posible el aprovechamiento de tal oportunidad es necesario implementarla. Los asesores de estos grupos juveniles necesitan contar con los elementos indispensables a la investigación científica aficionada. Entre dichos elementos tienen especial importancia aquellos que inciden en tres problemas fundamentales de la investigación científica: ¿qué, cómo y por qué investigar?. En efecto, a menudo los niños, a pesar de su interés, se ven frenados por estos problemas o los salvan mediante la repetición de experiencias explicadas en libros de texto, sin, prácticamente, introducir modificaciones (conocido es el caso de la repetición casi infinita de la demostración experimental de la fotosíntesis). El desconocimiento de técnicas ya probadas y sencillas, por otro lado, es, a menudo, un escollo insalvable que impide el desarrollo de investigaciones en determinadas áreas. Por último, pensamos que para el niño sería tanto más estimulante su investigación si ésta es significativa, vale decir si aporta realmente a la solución de un problema, ya sea en ciencia básica o aplicada.

Lo anterior no invalida, por supuesto, la actividad que se desarrolle en este sentido con los niños, la cual sigue siendo valiosa.

Es hacia los problemas señalados, justamente, que esta pequeña contribución quiere apuntar: señalar posibilidades de investigación original a los niños, aportarles técnicas de bajo costo relativamente sencillas de ejecutar y mostrarles un problema que pueda ser significativo para su comunidad. La aeropalinología, estudio del polen atmosférico, nos ofrece una oportunidad semejante.

II. ¿POR QUÉ ESTUDIAR SOBRE EL POLEN?

Antes que nada, digamos que el estudio del polen y las esporas de las plantas, tanto fósiles como actuales, recibe el nombre de PALINOLOGIA y sus estudiosos, el de Palinólogos.

Ambos, polen y esporas, son pequeños cuerpecillos, entre 2,5 u (*) y 1-2 milímetros (generalmente entre 10u y 200u) de tamaño que participan en la reproducción de los vegetales. El polen, que es producido en las anteras de los estambres de las flores, transporta en su interior el gameto masculino (o sea el equivalente del espermatozoide del hombre), el que debe llegar al ovario del pistilo de otra flor para fecundarla y producir la semilla. Las esporas se producen en estructuras especiales y originan directamente un nuevo individuo. El polen es producido por las plantas

---

(1) Laboratorio Paleobotánica y Palinología. Museo Nacional de Historia Natural Casilla 787. Santiago, Chile.

(*) u = micrón. 1u = 0,001 milímetro.

con flores (**), las esporas por los helechos, musgos, hongos y algas.

La importancia del estudio del polen reside, en gran medida, en el hecho que éste debe viajar de una planta a otra (polinización) para que tenga lugar la reproducción vegetal. Este viaje puede realizarse utilizando diversos vehículos: los insectos (plantas entomófilas), los pájaros como el picaflor (plantas ornitófilas), el viento (plantas anemófilas), el hombre, el agua, los caracoles, etc.

El polen transportado por el aire permanece en suspensión en la atmósfera durante algún tiempo para luego caer sobre una flor, sobre el suelo o el agua. A este polen en suspensión en el aire llamamos polen atmosférico.

El conocimiento del contenido polínico de la atmósfera interesa a diversas ramas del saber humano: a la medicina, al urbanismo, agricultura, ecología, paleogeografía y botánica.

Para la medicina reviste importancia destacada el registro del polen atmosférico pues algunos de ellos actúan sobre el hombre provocándole determinados males: alergias, afecciones broncopulmonares, afecciones cutáneas, conjuntivitis, etc. Los estudios de polen atmosférico se han desarrollado básicamente para los tratamientos de alergias. La elaboración de un calendario polínico para una ciudad (registro del contenido de polen de la atmósfera en las diferentes épocas del año) permite relacionar los casos clínicos con una especie polínica en particular y fabricar los extractos a utilizar como vacunas. Para los pacientes significa conocer de antemano las áreas de la ciudad en que su mal puede verse agravado por un alto contenido del polen causante de su mal en la atmósfera, conocer las probabilidades de alza o baja del porcentaje del polen motivo de su alergia, etc. En resumen, permite tomar las medidas tanto preventivas como curativas, sea al paciente, sea a los servicios de salud.

(**) La flor es el órgano reproductivo de los vegetales superiores. A menudo se piensa erróneamente que la flor es la parte vistosa del vegetal. Para que una flor sea tal debe tener estambres y/o pistilo. Por ello el sauce, el álamo, el pino, etc. sí tienen flores, aunque éstas no sean vistosas.

Lo anterior significa para los organismos responsables de parques y jardines la planificación racional y con antecedentes fidedignos de las especies vegetales que han de cultivarse, así como los lugares en que ésto se hará, a fin de proteger la salud de la población sin mermar los lugares de esparcimiento y oxigenación de la ciudad.

A la agricultura interesan estos resultados tanto para controlar la polinización de sus sembrados y plantaciones, como para asegurar la polinización de especies o variedades que le interesen. Incluso es posible, en algunos casos, preveer la producción de un determinado producto agrícola (aceitunas, por ejemplo), lo que puede servir en su comercialización "en la rama" (en líneas generales, a mayor polinización mayor producción de frutos). Un ejemplo notable de la utilidad de estos estudios lo constituye el hecho de que en Estados Unidos y Canadá al detectarse la presencia de esporas de hongos productores de enfermedades a las plantas, en un anemopolinómetro, ha sido posible tomar medidas preventivas antes que el hongo se desarrolle.

En paleogeografía (estudio de la geografía en eras pasadas) y en paleofitogeografía (estudio de la distribución de las plantas en tiempos pasados) este conocimiento permite saber mejor las formas y condiciones de sedimentación de los granos de polen, lo cual contribuirá a sus interpretaciones del medio ambiente de otras épocas. En fitogeografía (estudio de la distribución de las plantas) tiene importancia saber sobre la dispersión de los granos de polen y esporas para la interpretación de floras tanto actuales como pasadas. En ecología, para definir la biología de algunas especies, para estudiar las interrelaciones entre las plantas, en el problema del equilibrio biológico, para los estudios sobre efectos del clima, de los vientos u otro factor sobre una comunidad vegetal, etc.

El estudio del polen transportado por las abejas es importante pues puede informarnos acerca de las interrelaciones plantas-insectos, acerca de la polinización de una especie determinada, acerca del equilibrio biológico, de los hábitos de las abejas, etc. Como ejemplo podemos citar que

en un área fue introducida, sin mayores estudios, la abeja de la miel, la cual siendo agresiva desplazó a las abejas autóctonas; consecuencia de ello fue la alteración del equilibrio biológico pues diversas plantas que eran polinizadas por abejas autóctonas comenzaron a desaparecer al no tener la ayuda de tales insectos para reproducirse. Esto no hubiese ocurrido si previamente se hubiera estudiado el polen que las abejas transportaban en sus patitas pues así se habría sabido el riesgo para las plantas al desaparecer las abejas que las polinizaban.

El polen es constituyente de la miel, por ello el análisis del polen que una miel contiene nos permite certificar con qué especie vegetal la abeja fabricó su miel. Se sabe que algunas mieles son más apetecidas (y de mayor precio) que otras y que también es posible hacer que las abejas fabriquen miel de baja calidad a partir de agua azucarada; el análisis del polen contenido en la miel permite detectar los fraudes.

El polen se halla revestido de una capa sumamente resistente (la exina) que puede permanecer millones de años sin destruirse. Este hecho permite la fosilización del polen. El estudio del polen fósil (rescatado de rocas tras un tratamiento químico) es sumamente útil a la geología, botánica, climatología, arqueología, etc.

El estudio morfológico y anatómico del polen interesa a la botánica sistemática, a la genética, a la ecología, a la fitogeografía y a la evolución.

III. EL POLEN ATMOSFÉRICO.

Entre las Fanerógamas, o plantas con flores, aproximadamente el 20% de las especies utilizan el viento como vehículo de polinización, son las plantas anemófilas; entre éstas se cuentan familias tan importantes como las Gramíneas, algunas Compuestas, Ciperáceas, Fagáceas y las Gimnospermas. Adaptaciones que favorecen la dispersión del polen por el viento están bastante generalizadas entre estas plantas; así, éstas pueden referirse a la flor o inflorescencia (amentos pendulares que favorecen el máximo contacto inflorescencia-atmósfera; tallos oscilantes como en algunas Gramíneas; filamentos elásticos que proyectan el polen a la atmósfera, en Urticáceas; anteras gigantes, en algunas Festucas; floración previa a la foliación evitando obstáculos a los granos; reducción de los elementos clamídeos (cáliz y corola) con el mismo fin; etc.). También las adaptaciones pueden referirse a los granos mismos (baja densidad; presencia de vesículas aeríferas, como en *Pinus*; facilidad de desprendimiento de las tecas; superficie poco esculturada o si poseen escultura ésta exhibe el mínimo de roce; bajo contenido de agua; aire disuelto en aceites incluídos; etc.).

Es fácilmente comprensible que la anemofilia es un fenómeno bastante al azar, por cuanto debe considerarse que las probabilidades de que un grano individual alcance el estigma de otra planta de su especie son bajísimas; ello obliga a estas especies a producir grandes cantidades de polen que es diseminado a la atmósfera y que de esta forma pasará a constituir parte de ella como partículas en suspensión.

La liberación de polen a la atmósfera puede llegar a valores tan altos como los citados por SCHEPPEERELL para una planta de *Ambrosia trifida*: 1.8×10^{12} granos por día. Si se piensa en el número de plantas que pueblan un área dada, se verá que, a pesar de la inmensidad de la atmósfera, la concentración de granos por metro cúbico de aire puede ser bastante alta y que por lo tanto no es difícil encontrar granos en el aire si se dispone de técnicas adecuadas.

La proporción de polen contenido en la atmósfera dependerá de los siguientes factores:

1. Capacidad de emisión polínica de la flora: Aquí debe considerarse el número de plantas que se halla en antesis (madurez de las anteras), el número de granos que produce cada planta individualmente (ej: *Pinus nigra* produce 120×10^9 granos; *Zea mays* 50×10^6; *Platanus occidentalis* 10×10^9; *Betula* 10×10^7; *Quercus* 10×10^7; *Rumex* 4×10^8; etc.). Sobre la antesis y la floración influyen además algunos factores ambientales: fotoperiodismo, humedad, insolación.

2. Factores de suspensión: Estos se relacionan con la velocidad de caída de los granos y con la velocidad del viento. La densidad de los granos varía, en general, entre 0.42 y 1. La velocidad con que los

granos de polen caen en el aire (V) depende, de acuerdo a la ley de STOQUES de:

$$V = 2g \times \frac{r^2 (d1 - d2)}{9 K}$$

en que K es el coeficiente de viscosidad del aire (0,00017, a 20-23°C); g es la gravedad; r el radio del grano; d1, densidad del polen; y d2 densidad del aire. Además debe considerarse la humedad atmosférica que puede aumentar la densidad de los granos por su higroscopicidad (capacidad de captar agua).

Este tipo de factores son importantes, pues en ocasiones un grano, aún siendo productor de alergias, no es factor importante en salud pública por su escasa flotabilidad, como ocurre con los granos de *Zea mays*.

Estos factores van estrechamente unidos a la velocidad del viento, pues basta una corriente de aire de 1 m/seg para contrarrestar la fuerza de gravedad. Por otro lado, las corrientes ascencionales pueden elevar el polen e incluso suspenderlo a grandes alturas durante días; se ha calculado que la mayor concentración de polen ocurre a ± 1000 m de altura; considérese como techo polínico de la atmósfera 2000 m de altura.

3. Factores de sedimentación: Humedad y falta de viento. Por lo anterior es fácilmente comprensible que la falta de viento favorezca la sedimentación del polen. La humedad, a su vez, actúa en varios sentidos, por la higroscopicidad de los granos, como ya se dijo, y como núcleo de condensación de vapor de agua, que al condensarse en el grano, lo arrastra. Es común en los recuentos polínicos que después de lluvia o niebla, disminuya notablemente el contenido polínico de la atmósfera.

4. Factores de difusión: vientos y ubicación (geografía del terreno). Es obvia la labor del viento en la difusión del polen, pero además influye su dirección con respecto al radio del círculo de influencia polínica de una planta. La ubicación de la planta respecto del viento y de accidentes geográficos incidirá en la mayor o menor difusión de su polen, así como en la dirección de difusión.

Evidentemente, sobre el contenido de polen de la atmósfera influirán en forma indirecta aquellas variables que regulan el viento, la humedad, el fotoperiodismo, las precipitaciones, etc.

Recordemos, finalmente que salvo las de hongos, las esporas son transportadas principalmente por el agua.

IV TÉCNICAS DE ESTUDIO DEL POLEN ATMOSFÉRICO.

El objetivo primordial de estas técnicas es el de recoger el polen en suspensión en el aire en portaobjetos con sustancias adherentes (placas), para luego reconocer este polen al microscopio.

1. Colección de referencia.

Paso previo al estudio mismo de las placas, es imprescindible la familiarización del operador con aquellos granos que se espera sean encontrados en ellas; para ello es importante una colección de referencia tanto de granos de polen de las especies presentes en el área, como de esporas de hongos comunes.

Aquí debe tenerse en cuenta que los granos que se captan de la atmósfera no podrán ser cambiados ni movidos una vez sellada la preparación, pues se alterarían las proporciones. Debido a esto, la colección de referencia tendrá que asemejarse suficientemente al grano en su estado natural, aplicándose técnicas que, a la vez que los altere poco, aclare los detalles de aperturas, estructura y ornamentaciones. La técnica más adecuada es la de WODEHOUSE:

a) Triturar anteras maduras de las flores sobre el centro de un portaobjeto.

b) Eliminar los trozos más groseros.

c) Agregar una gota de alcohol sobre el macerado. Dejar evaporar.

d) Se puede agregar 2 o 3 gotas de alcohol si es necesario. Dejar evaporar.

e) Al evaporar el alcohol, se forma una aureola de sustancias aceitosas, la cual puede eliminarse con algodón empapado en alcohol.

f) Montar con gelatina-glicerina. Sellar con esmalte de uñas.

Con esto se logrará granos en diferentes posiciones, más claro que lo normal, pero con su contenido celular intacto.

Para los hongos basta con presionar los aparatos esporíferos sobre el portaobjetos.

El tener granos en distintas posiciones permite reconocerlos posteriormente en cualquiera de estas posiciones, pues a veces las aperturas no son claramente visibles en los granos recogidos del aire.

2. Captación del polen atmosférico.

El aparato más simple y más comúnmente usado es el anemopolinómetro de DURHAM (Fig. 1). Consiste en un eje, que sirve de soporte, en cuyo extremo se hallan dos discos paralelos, el superior sirve para proteger al portaobjetos expuesto de las lluvias, el inferior lleva un par de soportes sobre los cuales se dispone el portaobjetos vaselinado. Este aparato capta el polen que sedimenta entre el portaobjetos y el disco superior (51 mm de altura). Así basta para nuestros fines, sin embargo puede complementarse disponiendo cuatro portaobjetos más, uno dirigido a cada punto cardinal en un ángulo de 45°. También puede modificarse el DURHAM agregándole una veleta que oriente el portaobjetos siempre perpendicularmente al viento y, lógicamente, variando el ángulo del portaobjetos.

Otros captadores más sofisticados consisten en bombas de vacío capaces de aspirar un volumen determinado de aire el cual se hace pasar a través de filtros que retienen el polen; después este polen es tratado y concentrado por centrifugación para, posteriormente ser suspendido en un volumen menor de líquido y realizar el conteo y determinación en cámaras cuentaglóbulos o portaobjetos corrientes. Los resultados así obtenidos se extrapolan a unidades de volumen de aire.

Preparación de los portaobjetos: el adhesivo más comúnmente usado es la vaselina líquida o glicerina; primero se limpia el portaobjeto con un trapo limpio para desengrasarlo, se le pone una gota de glicerina, la cual se extiende sobre el vidrio, dejando un extremo (± 1 cm) sin vaselina, a continuación se limpia hasta que quede sólo una delgada capa de vaselina (una película) incapaz de oscurecer la visión de los granos. Posteriormente, en el extremo sin vaselina se escribe con tinta china la fecha en que será expuesto ese portaobjetos, la fecha se cubre con esmalte de uñas para evitar que se borre (si se quiere borrar basta limpiar con acetona).

Los portaobjetos ya preparados que no se estén exponiendo deben ser guardados en cajas para evitar que se contaminen.

La disposición del (o los) anemopolinómetro (s) en la ciudad debe ser estudiada previamente, es importante que se ubiquen en partes altas, sin edificios que le bloqueen el viento y alejados de chimeneas.

Los portaobjetos se exponen por períodos fijos de tiempo (24 horas por ejemplo), luego se retiran y deben ser inmediatamente montados y sellados. Para ello se licúa la gelatina-glicerinada (*) poniéndola en baño maría; con una varilla de vidrio se echa una gota sobre el centro del portaobjetos, se cubre con el cubreobjetos aplastando un poco este último para que no quede con burbujas ni muy grueso, se deja enfriar y luego se sella el cubreobjetos con esmalte de uñas en todo su perímetro.

3. Análisis de las muestras

Esta etapa comprende dos fases:

a) Conteo de granos y esporas (análisis cuantitativo):

Para ello se procede a dibujar con tinta china 1 cm² sobre el cubreobjetos y realizar allí el conteo; debe contarse separadamente los diferentes tipos de polen. Este dato, ya sea por especie o el total de granos, es operativo en si, o sea, se puede comparar con otros resultados logrados del mismo modo.

Si se quiere obtener el número de granos (N) en 1 m³ de aire, se aplicará $N = \frac{9\ n}{v\ t}$, en que v = velocidad de sedi-

(*) Gelatina-glicerinada. Para prepararla se disuelve 50 gr. de gelatina incolora en 175 cc de agua destilada hervida y 150 grs. de glicerina y se agregan trocitos de ácido fénico; luego se deja enfriar.

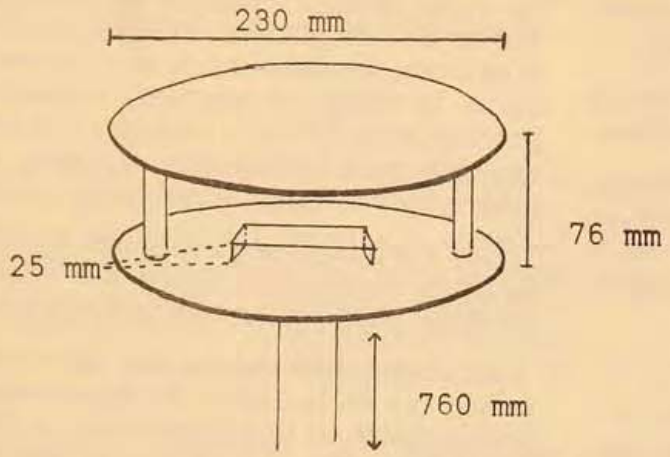

Fig 1. Anemopolinómetro de Durham

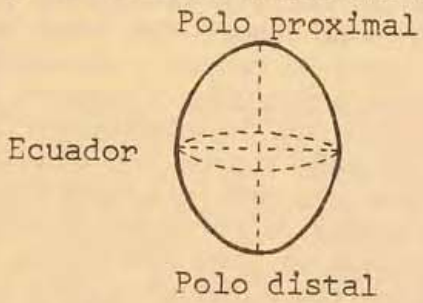

Fig 2. Polos y ejes de un grano

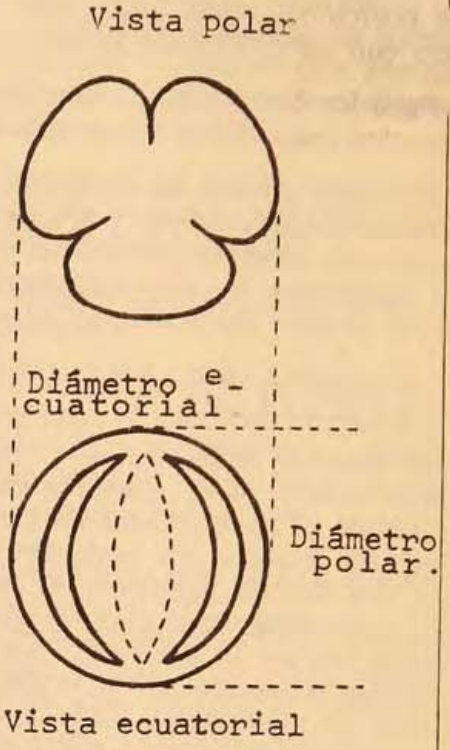

Fig 3. Distintas vistas de un grano.

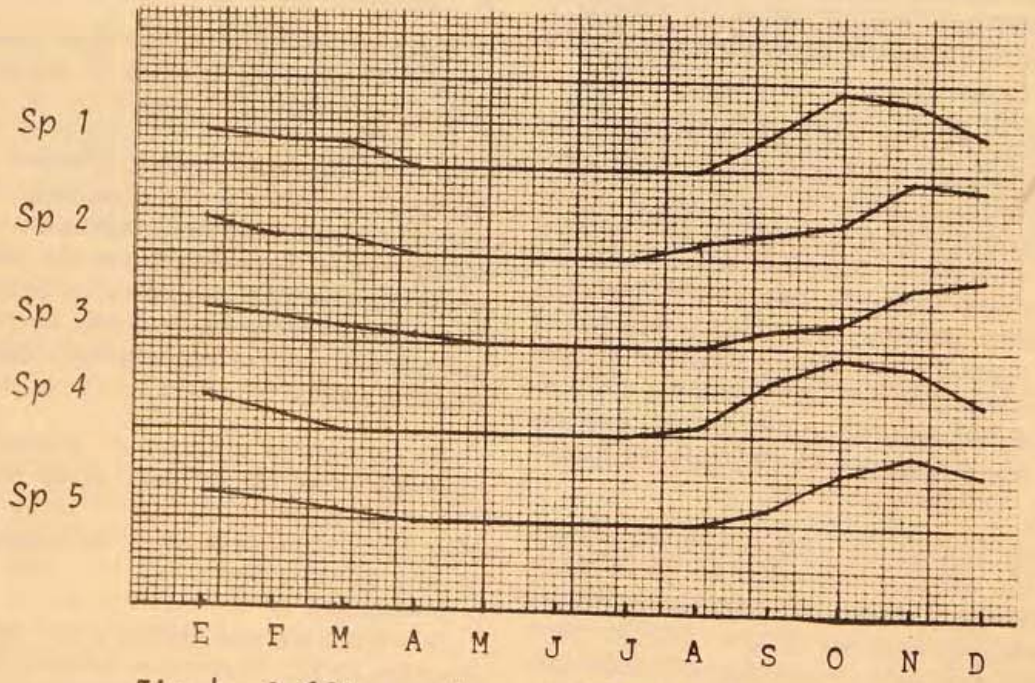

Fig 4. Gráfico polen vs tiempo

Dibujos: M.A. Azócar M.

DIAGRAMA 1. TIPOS DE POLEN Y ESPORAS

- Granos en grupos fijos
  - Más de 4 granos por grupo ..... Políada
  - 4 granos por grupo ..... Tétrada
  - 2 granos por grupo ..... Díada
- Granos aislados (mónada)
  - con 2 alas o sacos (1) ..... bisacados
  - sin alas
    - aperturas en forma de cicatriz (esporas)
      - sin cicatriz ..... alete
      - cicatriz rectilinea ..... monolete
      - cicatriz triradiada ..... trilete
    - apertura en forma de colpos o poros (3)
      - Exina con lagunas (perforaciones de gran dimensión en la exina) (2) ..... fenestrado
      - Exina sin lagunas
        - con colpos
          - un colpo ..... monocolpado
          - dos colpos ..... dicolpado
          - tres colpos ..... tricolpado
          - más de tres colpos, todos en el ecuador ..... estefanocolpado
          - muchos colpos en todo el grano ..... pericolpado
        - con poros
          - un solo poro ..... monoporado
          - dos poros ..... diporado
          - tres poros ..... triporado
          - más de tres poros, todos en en el ecuador ..... estefanoporado
          - numerosos poros, en todo el grano ..... periporado
        - con colpos y poros
          - un colpo, con 1 poro ..... monocolporado
          - dos ", c/u " " " ..... dicolporado
          - tres ". c/u " " " ..... tricolporado
          - más de tres colpos, c/u con un poro, todos en el ecuador ..... estefanocolporado
          - numerosos colpos, cada uno con su poro, en todo el grano ..... pericolporado

1: también existen granos con mayor número de sacos

2: los granos fenestrados, pueden además presentar colpos o poros.

3: los granos sin apertura se denominan inaperturados.

Dibujos: M. Tamayo H.

DIAGRAMA 2. ESCULTURA DE LA EXINA

- sin elementos esculturales o con depresiones o perforaciones
  - superficie lisa ..... psilada
  - con depresiones irregulares ..... fosulada
  - con perforaciones aisladas ..... foveolada

- con elementos esculturales sobresalientes
  - elementos de tamaño < 1u ..... escabrada

  - elementos de tamaño > 1u
    - elementos alargados horizontalmente
      - elementos dispuestos irregularmente ..... rugulada

      - elementos más o menos paralelos ..... estriada

      - elementos formando una red ..... reticulada

    - elementos no alargados horizontalmente
      - elementos más anchos que altos
        - con protuberancias redondeadas, no contraídas en la base ..... verrucada

        - con protuberancias esféricas, contraídas en la base ..... gemada

      - elementos más altos que anchos
        - elementos de ápice agudo ..... equinada

        - elementos de ápice romo, engrosado ..... clavata

        - elementos de ápice romo, no engrosado ..... baculada

Dibujos: M. Tamayo H.

mentación de los granos; t = tiempo (24 horas, por ejemplo). Otro método para saber el número de granos en 1 m^3 de aire es multiplicar el número de granos por cm^2 en 24 horas por un coeficiente de acuerdo con el tamaño del grano (cuadro 1). En esta tabla el resultado para granos equinados debe aumentarse en 1/3 y para granos vesiculados en 1/2.

CUADRO 1

Diámetro (u)	Coeficiente	Diámetro	Coeficiente	Diámetro	Coeficiente
12	27.2	26	5.6	40	2.35
14	21.7	28	4.8	42	2.1.
16	14.65	30	4.2	44	2.0
18	12.7	32	3.8	46	1.8
20	9.5	34	3.5	48	1.7
22	7.7	36	2.9	50	1.6
24	6.5	38	2.5		

Como el diámetro promedio de los granos anemófilos es 32 μ, para obtener un valor estimado preliminar basta multiplicar el número total de granos en 1 cm^2 por 3,8.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que estos datos no son totalmente exactos, pues debe considerarse la velocidad del viento, lo cual influirá sobre el volumen de aire que choque contra el portaobjetos.

b) Identificación de granos y esporas (análisis cualitativo):

Se hace caracterizando el grano encontrado y comparando con fotos, dibujos, descripciones, etc. de granos conocidos. Es aquí donde el buen conocimiento de la colección de referencia será útil. En cuanto al número de granos a identificar, es evidente que lo más representativo es identificar todos los granos captados bajo el cubreobjetos, pero cuando el número de granos es muy alto (en primavera-verano) esto no es práctico. En este caso puede hacerse una de dos cosas: determinar sólo los que caen en el cm^2 en que se contó o determinar sólo aquellos que se encuentren al recorrer 10 veces horizontalmente el cubreobjetos, a bajo aumento.

Como consecuencia de ambos procesos, deberá poderse anotar en los resultados para cada día: número total de granos/cm^2; número e identificación de especies presentes en la atmósfera; porcentaje de cada especie en el total y eventualmente (no siempre es necesario) número de granos/m^3 de aire.

Las esporas de hongos presentan el problema de su gran similitud morfológica, lo que hace difícil su determinación. Para subsanar este inconveniente se puede reconocer el hongo ya desarrollado, para ello se disponen cápsulas de Petri con agar-agar, las cuales se exponen 1-2 veces a la semana por 1 hora y luego se incuban a diferentes temperaturas y se identifica a través del micelio.

Para la anotación de las determinaciones es conveniente disponer de protocolos tipo con lista de granos y esporas que puedan encontrarse, suma total de granos, suma total de esporas, datos metereológicos del día y espacio para observaciones.

4. Representaciones de los resultados:

Es posible que interese saber cuales son las frecuencias de granos, independientemente de la especie a que pertenecen, en una atmósfera dada, para ello simplemente se elabora un gráfico x = nº de granos totales, y = frecuencia. Se considera que < 25 granos/m^3 es un porcentaje débil; 25-75 granos/m^3, mediano; 75-150 granos/m^3, intenso; > 150 granos/m^3 muy intenso.

Sin embargo, lo más común es que lo que realmente interese sea la distribución de los granos en el tiempo; para ello, es aconsejable un gráfico cuya abcisa represente el tiempo y la ordenada el número de granos a la izquierda y las temperaturas a la derecha (también puede agregarse la velocidad del viento), superponiendo

el gráfico de temperaturas (y eventualmente el de velocidades del viento); los días de lluvia pueden señalarse con marcas convencionales sobre la línea del tiempo. Para representar el tiempo en el gráfico, los datos pueden agruparse en días, semanas, decenas, quincenas o meses.

Interesa también graficar la curva polínica para cada especie en particular (aquellas más significativas), en este caso la práctica más corriente es una serie de gráficos, uno bajo el otro y todos a la misma escala, con x = tiempo, y = nº de granos de la especie; al aparecer uno bajo el otro se facilita la comparación. También es posible indicar con marcas especiales aquellos granos alergógenos.

Finalmente, digamos que son posibles lógicamente todo tipo de gráficos de correlación (ej. nº de granos vs mm de precipitación; nº de granos vs velocidad del viento; nº de granos vs temperaturas, etc.).

V. MORFOLOGÍA DE POLEN Y ESPORAS.

Los granos de polen y esporas pueden clasificarse y reconocerse de acuerdo con su morfología externa, para ello son importantes las aperturas y esculturas de la exina (capa más externa del polen) (Diagramas 1 y 2), la forma, cantidad y disposición de ellas; también es interesante conocer la forma y tamaño del grano.

1. Orientación y forma del grano.

En todo grano se puede distinguir tal como en la Tierra, dos polos y un ecuador. Como los granos se originan en grupos de 4 (Tétrada), el extremo del grano que queda hacia el centro de la tétrada es el polo proximal, el opuesto es el polo distal (muchas veces no es posible distinguir un polo del otro en un grano aislado). El eje que va de polo a polo es el eje polar. El plano imaginario perpendicular al eje polar, y que dividiría al grano en 2 mitades, es el plano ecuatorial, la circunferencia externa de éste es el ecuador (tal como en la Tierra). El diámetro del plano ecuatorial es el eje ecuatorial. (Fig. 2).

Así, pues, un grano bajo el microscopio puede ser observado en vista polar, si uno de los polos da hacia el observador, o en vista ecuatorial, si es el ecuador el que da hacia el observador. (Fig. 3).

Si el eje polar es sensiblemente mayor que el eje ecuatorial se habla de un grano de forma prolado o longiaxial; si ambos ejes son más o menos iguales se trata de un grano isodiamétrico o equiaxial; si el eje ecuatorial predomina sobre el polar se trata de un grano oblado o breviaxial.

2. Aperturas.

Las aperturas son puntos de menor resistencia que pueden permitir la salida del tubo polínico durante la fecundación, en el polen, o del nuevo individuo, en las esporas.

En el polen las aperturas pueden ser de dos tipos: poros o surcos (=colpos). Los granos de polen se clasifican de acuerdo al número y distribución de las aperturas. Para describir y clasificar un grano de polen o una espora es preciso tener en cuenta y observar: aperturas (forma, número y disposición, lo que da el tipo de polen o espora), ornamentación de la exina, forma y tamaño (medir todo lo que es susceptible de ser medido).

VI UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO EJEMPLO.

La elaboración de un proyecto de investigación sirve tanto para ordenar el trabajo al trazarse un plan, como para poderlo comunicar a otras personas en forma clara y ordenada. Además ayuda a tener claros los objetivos que se persigue, las etapas del trabajo, los elementos necesarios, la ayuda que es preciso pedir, etc. En este capítulo presentaremos un proyecto de investigación sobre polen atmosférico que puede servir para guiar a los educandos en su investigación científica. Se trata de un proyecto simple y de bajo costo, susceptible de ser realizado en un liceo. No nos cabe duda que nuestros colegas asesores de grupos científicos sabrán enriquecerlo y elaborar nuevos y más interesante proyectos

A. Título del proyecto: El contenido polínico de la atmósfera de mi ciudad y su relación con enfermedades alérgicas a polen.

B. Participantes: .....
Asesores: .....
Duración del proyecto: 15-18 meses.

C. Objetivos generales:

— Confeccionar un calendario polínico para la ciudad que contribuya a aliviar el sufrimiento de la gente afectada por el polen.

— Colaborar con los servicios de salud de la ciudad (o región).

— Colaborar con los servicios de urbanismo de la ciudad (o región).

— Determinar las plantas que producen polinosis en la ciudad.

— Dar las bases botánicas para la elaboración en nuestro país, con las plantas que producen polinosis en Chile, de los extractos de vacuna.

— Conocer la época de antesis de las plantas anemófilas de la ciudad.

D. Objetivos y descripción de cada etapa.

1. Colección de referencia.

Objetivos: — Definir y conocer los granos susceptibles de ser captados en las placas a exponer.

— Familiarizar al operador con estos granos.

Descripción: se hará colecta de las plantas cultivadas y espontáneas que crecen en la ciudad y sus alrededores (en época de floración). Estas serán identificadas con su nombre científico. Se hará preparaciones con las anteras de cada especie, siguiendo la técnica de WODEHOUSE (ver capítulo IV). Los granos de cada especie serán clasificados, descritos y dibujados (ver capítulo V) en diversas posiciones.

2. Exposición de los portaobjetos vaselinados.

Objetivos: captar el polen atmosférico.

Descripción: Se fabricará un (varios) anemopolinómetro (s) de DURHAM (Fig. 1) el (los) que se dispondrá (n) en ..... (indicar aquí el o los lugares elegidos como los más adecuados). Diariamente a las 8,00 horas (o a cualquier hora, pero todos los días igual) se hará el cambio de placas, la que se montará con gelatina-glicerina y se sellará con esmalte de uñas.

Nota: Esta etapa puede comenzarse simultáneamente con la anterior.

3. Lectura de las placas.

Objetivo: — Determinar las especies de los granos encontrados en la placa.

— Contar y obtener una representación de la importancia de cada grano.

Descripción: Cada placa será analizada microscópicamente. Para contar los granos se usará el aumento 10 x, se dibujará con tinta china un cuadrado de 1 cm² sobre el cubreobjetos, se contarán los granos presentes en ese cuadrado. Para la identificación de los granos se usará la colección de referencia, así como los dibujos y descripciones hechas previamente.

Todos estos datos se anotarán en un cuaderno especial en el que la lista de granos tendrá siempre el mismo orden. Se calculará el porcentaje del total representado por cada especie de grano.

Si es posible, se anotarán los datos metereológicos del día y en todo caso, si ha llovido.

4. Graficación de resultados.

Objetivos: — Representar en forma gráfica los resultados obtenidos.

— Buscar relaciones entre el contenido polínico de la atmósfera y el número y tipos de casos de alergias.

Descripción: Al comienzo del trabajo se pedirá a los servicios de salud que lleven una estadística especial de los casos de alergia.

Al final del trabajo se hará gráficos como el de la Fig. 4 para cada polen, en números y en porcentajes.

Simultáneamente, se graficará el número de casos de alergia vs. tiempo, de acuerdo con los datos de los servicios de salud.

5. Conclusiones.

Objetivos: — Extraer de los resultados el máximo de información.

— Interpretar los resultados.

Descripción: Se analizará e interpretará los gráficos, dando especial énfasis (1) a la relación del contenido polínico de la atmósfera con la estadística de casos clínicos de alergias. (2) a las plantas que aparecen como principales agentes de polinosis. (3) a aquellas plantas que siendo agentes de polinosis son profusamente cultivadas en la ciudad.

6. Comunicación de los resultados de la investigación.

Objetivos: — Dar a conocer los resultados y conclusiones del estudio.

— Aportar los antecedentes y conclusiones a los servicios responsables (salud pública, urbanismo).

Descripción: Esta fase puede realizarse de diversos modos: en la clase de biología, en reunión de la academia de ciencias del colegio, en charla al alumnado, en ferias científicas. Se puede redactar informes que serán entregados a la academia de ciencias, al servicio de salud, al departamento de parques y jardines de la ciudad, etc.

E. Materiales necesarios.

— un anemopolinómetro de DURHAM (se puede confeccionar en la clase de técnicas especiales). (Fig. 1).

— 10 cajas de portaobjetos.
— 12 cajas de cubreobjetos.
— 1 microscopio con objetivos 10x, 40x.
— 1 litro alcohol.
— 1/8 k algodón.
— 1 vaso de precipitado 200 cc.

— 3 cajitas gelatina incolora (base para postres).

— 1/2 k glicerina.

— 5 varillas de vidrio.

— 2 grs. fenol.

— 2 frascos esmalte de uñas (cutex incoloro).

— 1 cuaderno de notas.

— papel de gráficos.

F. Servicios personales.

— Una persona que identifique las plantas (un botánico).

— Médicos (para estadísticas de casos clínicos).

— Servicio metereológico (en caso de haber en la ciudad) para obtener datos del mismo período de exposición de placas.

VII BIBLIOGRAFÍA.

COMELLAS, M. Y ROCABADO, M.

1942 Contribución al estudio morfológico de los granos de polen de la flora de Santiago. Tesis Fac. Biología y Ciencias médicas, U. de Chile; 46 pp.

HERNÁNDEZ, PEDRO

1967 Importancia de la Palinología. Noticiario Mensual M.N.H.N. 131: 1-3.

HEUSSER, CALVIN

1971 "Pollen and spores of Chile". The University of Arizona Press. Tucson. Arizona. 167 pp. (En biblioteca Sección Geología M.N.H.N.).

HYDE, H. A. Y ADAMS, K. F.

1958 An atlas of airborne pollen grains. Mac Millan & Co. London. 111 pp.

KAPP, R.

1969 How to know pollen and spores. Wm. C. Brown Co. Publ. Dubuque, Iowa, 249 pp. (Biblioteca Sección Geología M.N.H.N.).

PONS, ARMAND

1970 Le Pollen. Presses Universitaires de France. 2da. edición 128 pp. (en bilioteca Sección Geología. M.N.H.N.).