

nuamente, hecho de inmensa importancia, no tan sólo para la física del globo, sino también para la geología y las cuestiones prácticas, por ejemplo para la agricultura, en razón del fósforo (1).»

Para explicar una parte de la aceleración secular del movimiento medio de la Luna, se ha aducido el aumento, á la verdad escaso, que resulta para nuestro planeta de la caída continua, por decirlo así, de los meteoros cósmicos. M. Dufour de Ginebra ha calculado que bastaría que la tierra recibiese en cualquier forma 110 kilómetros cúbicos de materia extraña anualmente para explicar dicha aceleración, que, aparte de esto, tiene otras causas. Por esta cuenta, en Francia deben caer $0^k,11$, ó sea 110.000,000 de metros cúbicos, cantidad que en un siglo compondría una capa de cerca de 2 centímetros ($0^m,19$), y en 10,000 años de 2 metros. Esto no tendría nada de improbable; pero conviene añadir que las aguas de los torrentes y de los ríos arrastrarían todos los años estas capas de polvo impalpable y que una gran parte de ellas iría á parar al lecho del Océano, cuyo fondo levantaría así.

VII

LOS POLVILLOS ORGÁNICOS DE LA ATMÓSFERA

No tan sólo hay en el aire polvos inertes, salinos ó minerales, sino que también tiene en suspensión una multitud de cuerpos organizados, gérmenes de infusorios, esporos de criptógamas y de mucedíneas, polen de vegetales, toda una población de seres infinitamente pequeños que desempeñan en los fenómenos de fermentación, de putrefacción y probablemente también en ciertas enfermedades, un cometido cuya importancia no está aún bien definida, pero que parece considerable.

Más investigaciones sobre esta clase de corpúsculos son de fecha reciente, y sobre todo los estudios de M. Pasteur las han puesto á la orden del día. Este ilustrado químico indicaba ya en 1860 en los términos siguientes el objeto que se trataba de alcanzar: "Si se comparan todos los resultados que he obtenido hasta ahora, pareceme que se puede asegurar que los polvillos en suspensión en el aire son el origen exclusivo, la condición primera y necesaria de la vida en las infusiones, en todos los cuerpos putrescibles y en todos los líquidos capaces de fermentar. Por otra parte, he demostrado que es fácil observar en el microscopio esos polvillos del aire y que en medio de residuos

(1) Nordenskiöld insiste en estas consideraciones en la relación que ha escrito de su viaje alrededor de las costas de Asia de 1878 á 1880.

"Algunas personas podrían creer sin razón que es superfluo para la ciencia ocuparse de un fenómeno tan insignificante como la caída de algunos polvos microscópicos, y sin embargo, no es así. Valúo las cantidades de materias cósmicas que había en el hielo, al Norte del Spitzberg, en $1^m,1$ á 1 miligramo por metro cuadrado, y probablemente la cantidad que cae anualmente excede mucho de esta cifra. Pero 1 miligramo por metro cuadrado representa 500 millones de kilogramos para la superficie total de la Tierra. Semejante masa acumulada de año en año durante la larga serie de los periodos geológicos cuya duración apenas puede concebir la mente, constituye un factor demasiado importante para que no se le tenga en cuenta en la historia geológica de nuestro planeta. El progreso de estas investigaciones demostrará sin duda, andando el tiempo, que nuestro globo ha aumentado poco á poco, desde una dimensión modesta hasta el volumen que hoy tiene; podrán probar además que algunas partes importantes de las capas de sedimento, y en especial de las que han sido depositadas en plena mar, lejos de los continentes, son de origen cósmico; y por último, quizás arrojen una luz inesperada sobre la causa, oscura todavía, de los volcanes, y explicarán por sencillísima manera la innegable semejanza de las rocas plutónicas con los meteoritos." (*Viaje del Vega alrededor de Asia y Europa*, t. I.)

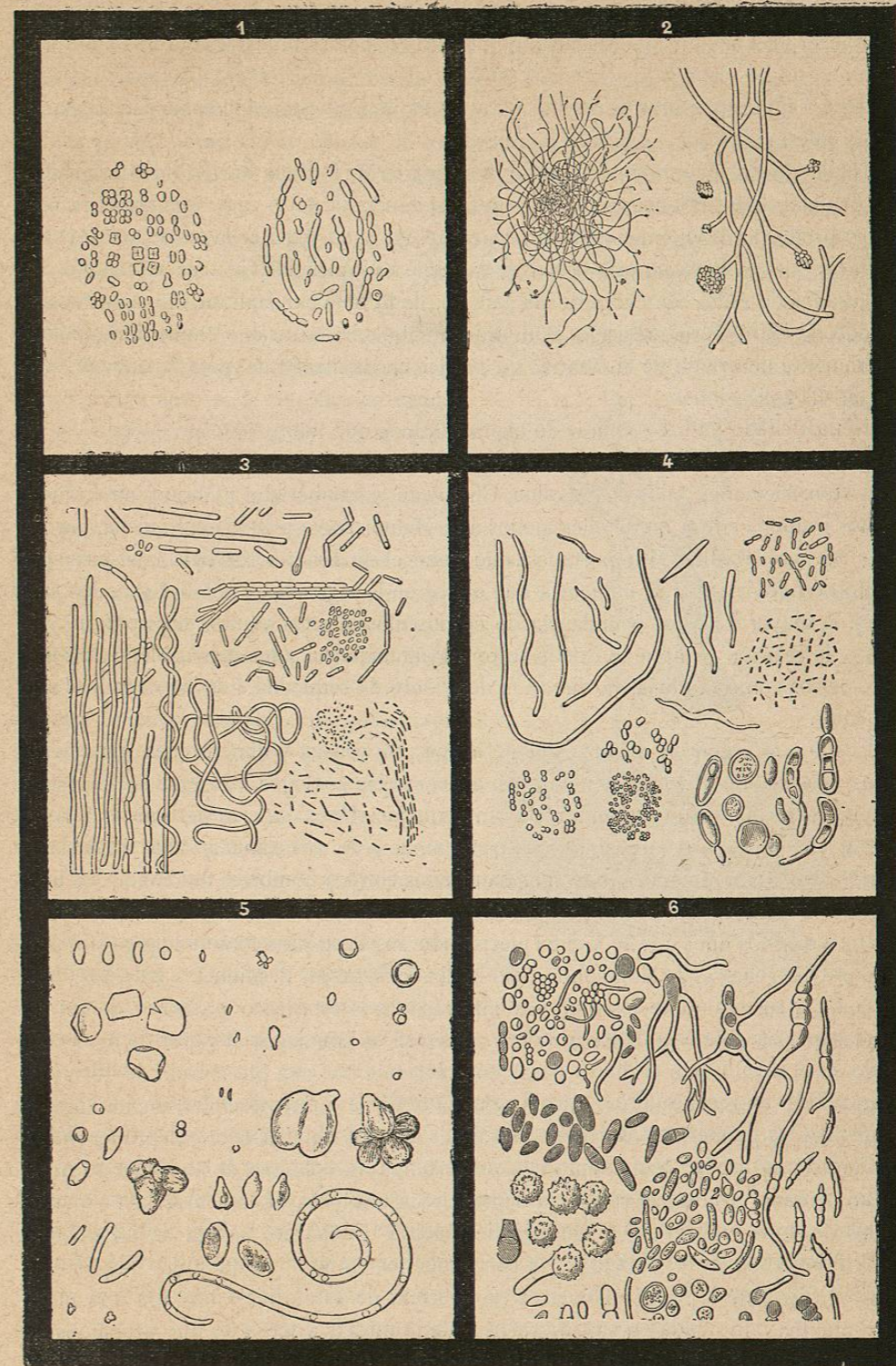


Fig. 24.—Los polvillos orgánicos del aire

1 *Micrococcus*: Aumento, 1000 diámetros

2 *Leptothrix mucor*: 800 y 100 d.

3 *Bacilos* de la atmósfera: 1000 d.

4 *Bacterias y vibrios*: 1000 d.

5 *Corpúsculos* del vapor de agua atmosférico: 1000 d.

6 *Esporos* del aire de las cloacas: 500 d.

amorfos muy divididos se ve siempre un gran número de corpúsculos orgánicos que el naturalista más hábil no podría distinguir de los gérmenes de los organismos inferiores. Pero aún no he terminado con todos estos estudios y sería deseable llevarlos bastante adelante á fin de preparar el camino para hacer una investigación seria del origen de varias enfermedades.,,

Nadie ignora cuán importante parte ha tomado M. Pasteur en los descubrimientos que deseaba, habiendo demostrado cómo la presencia de tal ó cual organismo microscópico producía los fenómenos de la fermentación, daba lugar á la vinificación y á la acetificación, era la causa primordial de las enfermedades del vino, de la cerveza, de los gusanos de seda, del cólera de las gallinas, de la fiebre carbonosa, etc. Gracias á un método de maravillosa precisión, á un ardor infatigable, este sabio eminente ha creado enteramente una rama de la ciencia, sin perder un momento de vista la utilidad práctica de sus aplicaciones.

Hemos citado ya los nombres de algunos sabios que han penetrado en esta vía. A los de Maddoux y Tyndall, hay que agregar los de Sánderson, Klein, Colm en Inglaterra y en Alemania, y los de Davaine, Chauveau, Chamberland y Miquel en Francia. No nos incumbe entrar en detalles ajenos á la Meteorología propiamente dicha; pero sí debemos hacer resaltar la importancia que tiene el análisis microscópico del aire, por cuanto permite conocer la influencia que ejerce en la higiene del hombre y de los animales, la mayor ó menor abundancia de corpúsculos que los vientos transportan á lo lejos, y la relación que puede existir entre esta abundancia y los demás elementos meteorológicos como la lluvia, la dirección del viento, la sequedad ó la humedad, el frío ó el calor.

Los polvos orgánicos del aire son de forma, naturaleza y dimensiones sumamente varias, tropezando á veces los botánicos, así como los zoólogos, con grandes dificultades para determinar su especie, tanta es su pequeñez. Unos parecen pertenecer al reino vegetal: son los esporos de algas, de criptógamas y de mucédneas; otros á las clases inferiores del reino animal, y han sido bautizados con los nombres, tan conocidos hoy, de *vibriones*, *micrococos*, *bacterias*, *bacteridias*, etc.

Hace algunos años que se vienen efectuando observaciones continuadas á este efecto en el Observatorio de Montsourís, bajo la dirección de M. P. Miquel, y creemos oportuno indicar sucintamente los métodos empleados por este físico y algunos de los resultados que ha obtenido. Estos métodos consisten en condensar el vapor de agua contenido en el aire, ó bien en hacer pasar una corriente por una placa dada de glicerina, ó ya también en recoger aire é introducirlo en líquidos fermentescibles, en los que se desarrollan los gérmenes. Concretémonos á dar algunos detalles sobre el primer método. Consiste en aspirar lentamente con una trompa un volumen de aire que se mide con un contador y lanzarlo contra la superficie de una gota de una mezcla en partes iguales de agua y glicerina, ó también de glucosa. El aparato consta de un embudo metálico invertido A, terminado en su parte superior en un cono que tiene un pequeño orificio *b* (fig. 25). A pocos milímetros por encima de este orificio hay fija una placa horizontal de vidrio dada en su cara inferior de la mezcla viscosa de que acabamos de hablar. El embudo está sujeto con un tapón E ó un tubo de vidrio D, cuya boca más angosta C lleva un tubo de goma que comunica con la trompa aspirante. A medida que el aire exterior penetra en el embudo y da contra la placa, la viscosidad de ésta retiene y fija los polvillo que aquél contiene en suspensión.

“Este procedimiento, dice M. Miquel, es sobre todo á propósito para retener los es-

poros, los pólenes, los granos ferruginosos, los de almidón y los residuos de toda clase que arrastran los vientos. Los gérmenes de extraordinaria tenuidad que más importa estudiar escapan á la glicerina ó quedan anegados en ella entre corpúsculos que tienen interés más especial para el botánico.,,

De aquí la necesidad de valerse de los otros dos métodos que sólo hemos apuntado, para el estudio de los corpúsculos cuya vitalidad se trata de reconocer. De todos modos, una vez fijados, recogidos ó introducidos los polvillo en los líquidos fermentescibles, trátase de examinarlos, de contarlos, de conocer su naturaleza específica, incumbencia del análisis microscópico que requiere grandes aumentos, las más de las veces de 500 á 1,000 diámetros.

Digamos ahora cuáles son los principales resultados que se han obtenido hasta aquí.

Ante todo hay que tomar nota de un punto que se desprende de todas las observaciones: que el número y la naturaleza de los corpúsculos organizados varían en alto grado con el lugar, la época y las condiciones meteorológicas. Pero también debe establecerse una distinción entre dos clases muy diferentes de estos seres microscópicos. En la primera figuran todos los que pertenecen á las numerosas familias vegetales que se designan vulgarmente con el nombre de *moho*, y además los esporos criptogámicos, los gránulos de polen ó de almidón. En la segunda están comprendidos cuantos designan los micrógrafos con el nombre de *bacteridias*: los *micrococos*, especies de células esféricas ú ovals, aisladas ó pareadas, que á veces forman como cuentas de un largo rosario; según el doctor Miquel, los organismos bacteridios son los que más abundan en la atmósfera; las

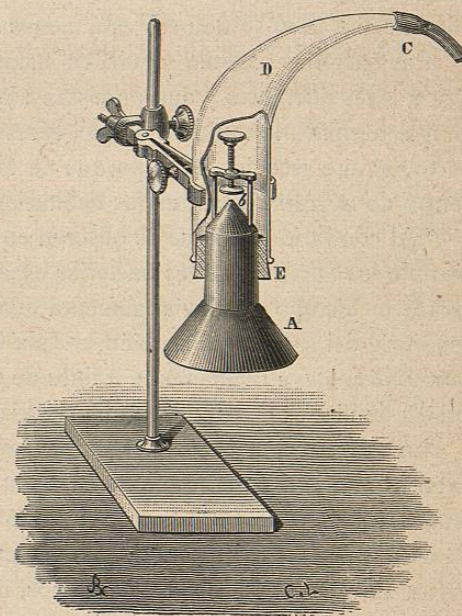


Fig. 25. — Aparato Miquel para recoger los polvillo del aire

bacterias, células más largas que anchas, las cuales se distinguen de los micrococos por su movilidad; los *bacilos*, en forma de palitos rígidos, móviles ó inmóviles, que á menudo forman una cadena; los *leptothrix*, largos filamentos inmóviles; los *vibriones* y *espirilas*, especies móviles, desprovistas de rigidez, éstas enroscadas en espiral, aquéllos moviéndose en el seno de los líquidos y ondulando como anguilas. Entre los bacilos se encuentra la famosa bacteridia carbonosa, descubierta por el doctor Davaine en 1850, y que de algunos años á esta parte ha sido el objeto de los estudios de los Sres. Pasteur y Joubert; en la misma clase están comprendidos los organismos que causan la enfermedad de los vinos y la de los gusanos de seda: el cólera de las gallinas tiene por causa un micrococo, y la septicemia procede de un vibrión.

Los microbios de la primera clase, mucédneas ó esporos criptogámicos, son más numerosos en tiempo de lluvia ó de humedad que en tiempo seco, de suerte que el viento que seca el suelo es una causa de disminución en el número de los corpúsculos. M. Miquel ha recogido en Montsourís, en el transcurso de dos años (octubre de 1878 á septiembre de 1880), un promedio de 15,600 por metro cúbico de aire, número que

creo deber duplicar en razón del procedimiento que sirve para fijarlos en la glicerina. "Puede afirmarse hoy que un metro cúbico de aire exterior recogido en París contiene por término medio 30,000 esporos de mohos, cifra que puede elevarse á 200,000 durante los calores húmedos del verano, bajando á 1,000 en invierno, cuando la atmósfera está fría, tranquila y recién despejada por la lluvia ó la nieve."

En el transcurso del año, este número ha disminuído generalmente en invierno, ha variado poco de diciembre á marzo, entre cuyos meses ha llegado á su minimum, ha subido en primavera para alcanzar un maximum en julio y bajar rápidamente á fines de verano. Pero lo que importa observar es que los esporos de mucédineas y de criptógamas son tanto más numerosos cuanto más húmedo está el aire. Los tiempos calurosos y lluviosos les son particularmente favorables. El aire de las cloacas, que tiene más polvos minerales que el exterior, no contiene mayor número de esporos por término medio, pero su número está menos sujeto á variar.

Las bacterias parecen seguir, en cuanto se refiere á su presencia en el aire atmosférico, leyes diferentes y aun opuestas á las de los esporos de la primera clase. He aquí en qué términos formula M. Miquel el resultado de sus investigaciones, á lo menos respecto del aire recogido en el parque de Montsourís, ó bien en París, en las calles del centro de la gran ciudad, en las habitaciones particulares ó en los hospitales:

"Al contrario de lo que se observa en las criptógamas de fructificaciones aéreas, la cifra de los bacilos y de las bacterias es siempre considerable durante la estación seca; escasa en tiempo de lluvia, aumenta cuando toda la humedad ha desaparecido de la superficie del suelo. Así también, exigua en invierno, suele ser crecida durante el verano y disminuye rápidamente á fines de otoño. El promedio anual recogido por metro cúbico de aire es de 130 á 140 bacterias."

La comparación de los resultados obtenidos en las observaciones hechas con el aire exterior y con el aire viciado de las habitaciones y sobre todo de las salas de los hospitales, es de suma importancia. Según M. Miquel, un enfermo colocado en una cama de un hospital introduce en un solo día en sus pulmones 80,000 esporos de criptógamas y 120,000 organismos bacterianos, mientras que un hombre que respira el aire exterior introducirá durante el mismo espacio de tiempo 300,000 esporos criptogámicos y 2,500 microbios de la putrefacción. El número de esporos de mohos en los aires de los hospitales es casi cuatro veces menor, al paso que el de los gérmenes de bacterias es 50 veces más considerable (1). Pues bien, está casi probado que los esporos de las mucédineas son inofensivos, y que entre las bacterias se encuentran los gérmenes de la putrefacción y de las enfermedades infecciosas. El mismo observador dice además: "En el parque de Montsourís el aire es de cinco á seis veces más puro que en el centro de París, y la atmósfera de las salas de los hospitales mejor cuidados es cinco ó seis veces más impura que la atmósfera húmeda de las cloacas. A los datos tan vagos y contradictorios publicados hasta el presente sobre los organismos aéreos de la clase de las bacterias, hemos sustituido estadísticas precisas que no dejan la menor duda sobre la verdad, tan á menudo presumida, de que las bacterias se acumulan en las salas de los hospitales, se eternizan en ellas, y pueden llegar á ser el punto de partida de las afecciones más variadas; y en efecto, es fácil comprobar que pueblan su atmósfera en

(1) Número de bacterias encontradas durante el tercer trimestre de 1880, por metro cúbico de aire:

En la sala de Santa Juana (Hospital central)	5,143
En la de San Cristóbal (id).	6,166
En el parque de Montsourís.	82

número bastante considerable para que *un litro* de aire recogido en dichas salas contenga seis ó siete, al paso que *un metro cúbico* de aire recogido en el observatorio de Montsourís no contiene á veces más, y por consiguiente es mil veces más puro."

Los célebres experimentos efectuados por M. Pasteur á diferentes altitudes en las montañas del Jura y en el Montanvert, propenden á probar que el número de los gérmenes orgánicos va disminuyendo á medida que la altura de la atmósfera es mayor. Estas conclusiones, combatidas al principio por experimentos contradictorios, pero en los que los observadores no habían tomado, según parece, todas las precauciones propias para evitar las causas de error, han sido confirmadas por nuevos experimentos efectuados en Suiza, á diferentes alturas, por M. de Frenzenreich, siguiendo un método de observación propuesto por M. Miquel. El número de bacterias halladas á una altitud comprendida entre 2,000 y 4,000 metros ha sido nulo; á 560 metros, en el lago de Thoune, era de 8 en 10 metros cúbicos de aire. A la misma altura, pero junto á la fonda de Bellevue, es decir, cerca de un lugar habitado, era de 25; y llegaba á 600 en un cuarto de la misma fonda. Pues bien, hacia la misma época, 10 metros cúbicos de aire tomados en el parque de Montsourís contenían 7,600 bacterias, y en el interior de París, en la calle de Rivoli, 55,000.

No insistiremos en hacer resaltar la importancia de estas averiguaciones. El análisis micrográfico del aire es una rama de la ciencia apenas bosquejada, y ofrece ya resultados pródigos en consecuencias para las ciencias fisiológicas. Nada nos prueba que las innumerables partículas que la atmósfera tiene en suspensión no desempeñen también un papel que tal vez sea de importancia suma en ciertos fenómenos meteorológicos. Esta consideración debe bastar para justificar los detalles que hemos creído oportuno dar acerca de este punto, porque nada de cuanto se relaciona con la atmósfera es extraño al asunto de que nos ocupamos en este tomo.

CAPÍTULO II

LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA

I

LAS OBSERVACIONES BAROMÉTRICAS. - USO DE LOS INSTRUMENTOS

Si fuese posible que el calor radiado por el Sol y por los espacios celestes estuviera siempre repartido con uniformidad por todos los puntos de la superficie terrestre y por todas las partes de la atmósfera, ésta se hallaría en un estado de perfecto equilibrio. Los diferentes gases de que se compone estarían colocados por capas de nivel, las más densas de las cuales serían las más inmediatas al suelo, y la densidad de todas las otras iría disminuyendo desde la superficie hasta el límite de la atmósfera. En todos los puntos de una misma superficie de nivel, ó si se quiere, á una misma altitud contada desde el nivel del Océano, el barómetro marcaría una presión constante, igual al peso de la columna aérea que descansara sobre el mercurio de su cubeta.

Nadie ignora que dista mucho de suceder así; la temperatura varía á cada momento, tanto en la superficie de la Tierra cuanto en las capas de su envolvente gaseosa; el