

ESTIMULACION ARTIFICIAL DE LA PRECIPITACION

En los últimos años se ha venido hablando con gran insistencia de las modificaciones del estado de la atmósfera por la mano del hombre, y las polémicas suscitadas han puesto de manifiesto el gran interés despertado. Incluso recientemente alguna Compañía privada extranjera, operando en nuestro territorio durante un largo período, ha intentado estimular artificialmente la precipitación, enviando a las nubes, desde hornillos instalados en el suelo, cristales de yoduro de plata, e independientemente pequeños grupos de españoles ajenos al Servicio Meteorológico Nacional, han trabajado sobre limitadas áreas.

Como España es un país eminentemente agrícola y ganadero, uno de los principales problemas en el desarrollo de su economía es el de las precipitaciones, y por tanto, el de las reservas disponibles de agua. La sequía ha debilitado y empobrecido nuestros recursos en muchas ocasiones, constituyendo un grave problema nacional. Estas notas de orientación van dirigidas a los agricultores, campesinos, ganaderos y personas relacionadas con las Compañías hidroeléctricas, para los cuales la lluvia es la cotidiana preocupación.

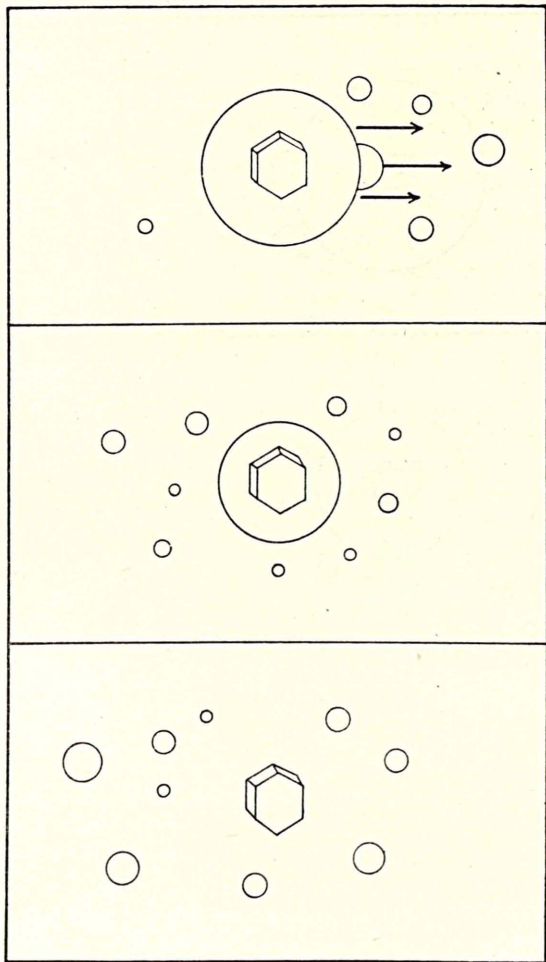
Las nubes están constituidas por pequeñas gotitas de agua, cuyo diámetro medio, aproximadamente, es de una a dos centésimas de milímetro, y hay unas quinientas por centímetro cúbico, lo cual quiere decir que las distancias relativas entre ellas son muy considerables. En cambio, las gotas de lluvia son mucho más grandes, y puede estimarse que para

formar una simple gota de lluvia es necesaria la no despreciable cantidad de unos ocho millones de gotitas. El mecanismo del que se vale la Naturaleza para reunir tan enorme número de gotitas con el fin de formar la gota de lluvia es el que desde Bergeron se ha llamado proceso del cristal de hielo, auxiliado por una posterior captura. Este proceso, en pocas palabras, puede explicarse así:

Cuando el aire asciende se enfría, aumentando la humedad relativa hasta ser alcanzada la saturación, y entonces empiezan a formarse las gotitas de lluvia. Pero las gotitas no se hielan al alcanzar los cero grados, sino que todavía continúan muchas de ellas en estado líquido muy por debajo de esa temperatura. Así, una nube a temperaturas entre 0 y 12 grados bajo cero, está formada por una mezcla de gotitas de agua y de cristales de hielo. Por un conocido proceso —que no vamos a explicar aquí— las gotitas de agua van evaporándose, y el vapor va condensándose en los cristales, que van creciendo a expensas de las gotitas, hasta que alcanzan el suficiente tamaño y peso y caen a través de la atmósfera hasta llegar al suelo. Entonces entra en acción la segunda fase del proceso, en la que los cristales, al caer, van entrando en colisión y capturando otras gotitas, aumentando así el tamaño hasta llegar a transformarse en una gota de lluvia o nieve, según sea la temperatura. (Fig. 1.)

Este mecanismo no aclara el conocimiento de la precipitación natural más que en parte. Se sabe hoy con certeza que muchas nubes son enteramente «calientes»; es decir, la temperatura en ellas no alcanza los cero grados. En estas condiciones no existen cristales de hielo, aun cuando los análisis químicos realizados con muestras de estas nubes han aclarado que en ellas existen partículas «gigantes», en general de sal, ávidas de vapor de agua, a expensas del cual van creciendo más y más hasta formar la pequeña gota de lluvia, que, al caer, va creciendo al capturar otras gotitas de manera similar a lo expuesto para las «nubes frías». (Fig. 2.)

Estas son, en pocas palabras, las condiciones requeridas

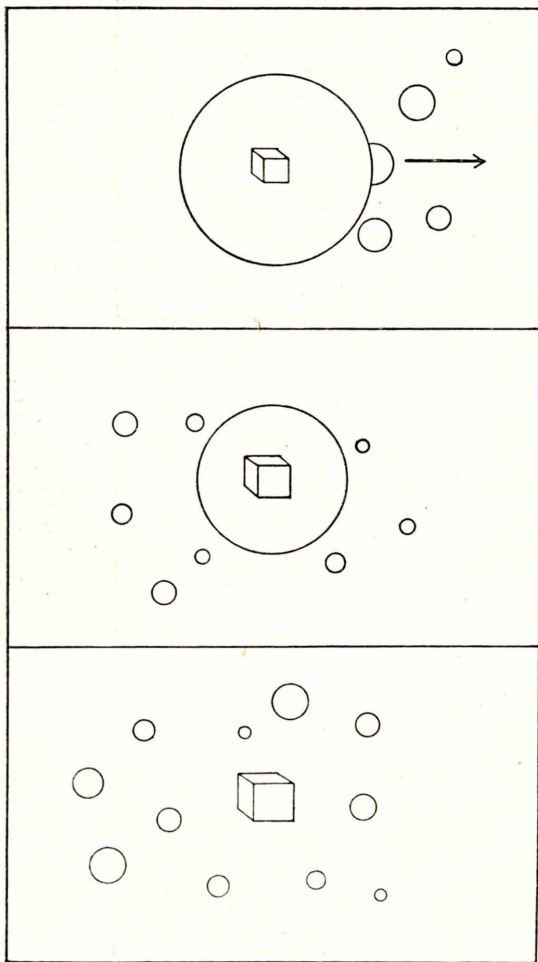


(a) Gotitas y cristal en el estado inicial.

(b) Aumenta el cristal a expensas de las gotitas.

(c) Caída del cristal y, captura de otras gotitas.

Fig. 1.—Nubes frías.



(a)

Partícula de sal y gotitas en el estado inicial.

(b)

El núcleo de sal absorbe las gotitas.

(c)

Caída del núcleo y captura de otras gotitas.

Fig. 2.—Nubes calientes.

para que se produzca la precipitación. Pero en las nubes no siempre se cumplen de manera tan típica. Es frecuente el caso en que el observador ve acercarse por el horizonte una enorme masa nubosa que amenaza con inundar los campos y pasa sin producir ni una sola gota de lluvia, lo cual parece indicar que faltan o sobran los cristales de hielo o las partículas de sal.

En los últimos quince años, en diferentes países numerosas Compañías privadas han enviado a las nubes, desde el suelo y desde aviones, cristales de yoduro de plata (cuya estructura es similar a la de los cristales naturales de hielo), con el fin de compensar el déficit que de éstos pudiera existir en la nube y estimular así la precipitación. Especialmente en los Estados Unidos de América se han creado numerosos comités oficiales para estudiar el problema, e incluso la Universidad de Chicago, con el apoyo de la Oficina Meteorológica y el patrocinio de las Fuerzas Aéreas (interesada en este asunto con miras al estudio de tormentas) y de la Marina, ha llevado a cabo un extenso proyecto de investigación en el que no se han regateado medios económicos e incluso se ha dispuesto de aviones especiales para lanzar a las nubes chorros de agua diseminada en pequeñas gotas. Este proyecto ha durado dos años; los resultados no han sido demasiado espectaculares, y en este momento continúan con la intención de sustituir el agua por el yoduro de plata enviado también desde los aeroplanos.

Los resultados de la siembra artificial de nubes según las Compañías privadas, son excelentes, y según ellas, las pruebas indican, sin la menor sombra de duda, que los resultados son positivos; ellos están clamando sobre el porqué de las demoras inútiles; debe sembrarse en gran escala, sin perder ya más tiempo.

Por otro lado, desgraciadamente el informe de la Universidad de Chicago, cuyo director de proyecto es el profesor Byers, una de las primeras autoridades en la materia, ya no es tan optimista.

Las dudas surgen principalmente acerca de la interpretación estadística de las pruebas, y la Universidad advierte en sus detallados informes que la física de la precipitación natural y artificial no es lo suficientemente conocida. En suma, la Naturaleza defiende sus secretos, y no es ni mucho menos un laboratorio ideal donde la experimentación se realice con la misma sencillez de las ideas expuestas anteriormente.

No puede aceptarse como prueba satisfactoria el que, sembrado un corto número de grandes masas nubosas, se haya producido precipitación en ellas. Esto sería lo mismo que aceptar como buena una vacuna determinada después de haber sido probada satisfactoriamente en cien pacientes. El número de casos es tan pequeño que no puede discernirse claramente si de todas formas, sembrando o no, la precipitación se hubiera producido. Además, el invocar que la precipitación anual en un determinado lugar de ensayo ha aumentado en un 15 por 100, si por ejemplo la variabilidad anual de la lluvia es de un 25 por 100 —como así sucede en España—, no puede aceptarse como razonable.

De todas maneras, parece que en la discusión todos están de acuerdo en que el estado actual de los métodos estadísticos no permite demasiadas facilidades y es preciso encontrar mejores procedimientos. Para colmo, el conocimiento de la física de la precipitación es todavía incompleto, y al final la Universidad insiste en que es necesario mejorar o cambiar las técnicas de investigación usadas en el campo de la física de nubes.

De todas formas, las medidas realizadas hasta la fecha muestran evidentemente que hay claras ocasiones en que el déficit de cristales de hielo existe en las nubes, pero a pesar de los esfuerzos que se han hecho para conocerlo con certeza, la frecuencia con que se presentan tales ocasiones es completamente ignorada. Al ser comparadas situaciones sinópticas iguales, según aparecen en los mapas del tiempo, pudo comprobarse que en unas los cristales de hielo estaban en déficit,

mientras que en otras sucedía exactamente lo contrario. Los fabricantes de lluvia así envían al aire con sus generadores de yoduro de plata cristales y más cristales, sin saber con certeza si están corrigiendo un déficit o están aumentando el exceso, y esto es precisamente lo peligroso, pues entonces —y esto es duro el decirlo— lo que hacen es evitar la formación de la precipitación, con el consiguiente perjuicio para las reservas de agua. También es cierto que a veces sería importantísimo evitar la precipitación, con lo cual podrían impedirse los daños en las cosechas a consecuencia del pedrisco y de las tormentas, pero de todas formas habrá que esperar hasta un mayor conocimiento de este proceso.

Esto no es todo, pues cualquier observador puede percatarse que las nubes del tipo cúmulos varían continuamente de forma y espesor. El aspecto del cielo día a día es siempre diferente. Algunas veces las nubes son completamente verticales, otras están inclinadas, a veces son espesas, delgadas, aisladas, en bandas, etc. La altura y el tope varían también. Estos cambios se producen a consecuencia del hecho de que las nubes tienen un ciclo de vida que no es uniforme, sino muy diverso. Han sido tomadas películas con cámaras especiales de cine y se ha visto de manera palpable que hay tipos de nubes que tienen una vida de media hora, de cuyo tiempo sólo diez o quince minutos se invierten en el crecimiento y veinte minutos corresponden a su envejecimiento o desaparición. Los cúmulos solamente permanecen unos minutos en estado estacionario. Si las nubes son cúmulo-nimbus, éstas tienen una mayor longevidad, que puede alcanzar de sesenta a noventa minutos, y a veces aun más. Si se observa una gran masa nubosa, ésta está compuesta de células constituidas por varias nubes, las cuales unas están creciendo y otras están envejeciendo.

Por tanto, aun dentro de nubes donde se cumplan todas las condiciones requeridas, tanto internas como químicas, para la precipitación, esta será imposible si su estado de evolución es tal que su ciclo de vida está en declive. De aquí

se deduce claramente que si estas nubes son sembradas artificialmente, se perderá el tiempo y el dinero y se harán concebir falsas esperanzas.

Otro importantísimo factor para la formación de nubes es la orografía, y España la tiene muy complicada. Prescindiendo del mecanismo que conduce a la formación de nubes sobre los océanos, que es completamente diferente y además es un problema que no concierne directamente al asunto que nos ocupa, para iniciar la convección (es decir, el desarrollo) es preciso que el suelo sea calentado por el sol, lo cual produce una estratificación vertical inestable. El aire asciende, y al llegar al nivel de condensación empieza a formarse la nube. Todo esto está asociado muy directamente, aparte de otros factores, con la topografía, y las nubes sobre las áreas montañosas son, probablemente, muy diferentes de aquellas que se forman sobre los terrenos planos. El efecto de esta diferencia, para llegar a saber si conviene o no la siembra artificial, hoy por hoy no se conoce, aunque todo parece indicar que este efecto es muy profundo. Parece lo más razonable que antes de sembrar en una determinada región se realicen pertinentes estudios con el fin de llegar a un auténtico censo de nubes, y una vez tenida una buena clasificación, podría saberse cuándo, dónde y en qué condiciones conviene o no tal siembra. El problema no es tan fácil, pues aunque parece claro que la lluvia es estimulada en las proximidades de las montañas, se diga lo que se diga es bien cierto que hasta ahora no se conocen las causas de tal favorecimiento.

Esta clasificación o censo de nubes es quizá el corazón del problema. Ya hemos esbozado anteriormente que el proceso de formación natural de la lluvia, aparte de otras cosas, depende de la distribución de temperaturas dentro y fuera de la nube. En ciertas regiones predominan las nubes con temperaturas por debajo de cero grados, y el cebo que provoca la precipitación puede ser el cristal de hielo. Aquí puede ser aconsejable la siembra artificial de la nube con cristales de yoduro de plata, siempre que haya un déficit. Pero

hay lugares (concretamente en las regiones tropicales) donde las nubes son enteramente «calientes», es decir, sin cristales de hielo, por lo que el mecanismo de formación de lluvia es distinto, y entonces la siembra con cristales sería inoperante. Además de esto, hay que considerar las zonas intermedias, asociadas precisamente con la posición geográfica de España, donde unas veces las nubes son frías y otras calientes, dependiendo de la estación del año y de la situación sinóptica. Un censo de nubes detallado y estudiado para las diferentes estaciones del año, incluso para cada mes, en cada caso particular y en cada lugar, nos daría buenas indicaciones sobre la conducta a seguir. Esto no es tan fácil ni inmediato, pues intervienen múltiples factores. Sería preciso estudiar el campo eléctrico (se ha visto que el voltaje tiene una gran influencia en la precipitación, especialmente en aquella que viene de las nubes calientes), el movimiento de las gotitas y de los cristales dentro de las nubes, la temperatura y la humedad dentro y fuera, el tamaño de las gotitas, su cantidad y, en fin, la estructura química. Por otro lado, adecuadas estaciones de radar ayudarían notablemente a resolver muchos problemas relacionados directamente con la materia. En fin, este censo deberá ir inevitablemente acompañado por lo que pudiera llamarse índice de siembra, combinado estrechamente con el conocimiento de datos de las estaciones meteorológicas de tierra, con el fin de saber el número de situaciones en que las nubes son susceptibles de siembra. Los datos actuales no permiten ser utilizados de manera adecuada para este problema.

En conclusión, está probado de una manera categórica que la introducción en ciertas nubes de cristales de yoduro de plata o de chorros de agua diseminada en finas gotas puede estimular la precipitación, pero el problema es por ahora muy complicado. De todas formas, el asunto es tan importante que de ninguna manera puede considerarse prescrito y la esperanza no se ha cerrado. En opinión del autor, la solución no va a ser inmediata, y será necesario que pase

algún tiempo antes de disponer de resultados más convincentes. Son necesarias muchas más pruebas, y los métodos de medida deben mejorar hasta que pueda hablarse de resultados definitivos.

Nuestros campesinos no deben confiar demasiado en los métodos de algunas Compañías extranjeras, y mucho menos en pseudocientíficos aficionados a la Meteorología, que en el mejor de los casos ignoran la profundidad del problema. Solamente el Servicio Meteorológico Nacional, a través de sus organismos y personas autorizadas, podrá en su día dar las orientaciones adecuadas y fijar las normas que deberán seguirse para atacar de una manera eficaz tan importante problema.

M. L. J.