

## ¿Dominio humano sobre los elementos?

Aunque la noción genérica de elementos o agentes físicos naturales es bastante amplia, nos limitaremos aquí a tratar de aquellos elementos contra los que no había sido enviada a luchar la Armada Invencible, si en efecto es auténtica la frase atribuida a Felipe II cuando recibió la noticia de aquel desastre. Lo que entonces se daba por imposible, hoy se intenta acometer como empresa viable, al menos dentro de ciertos límites; los primeros conatos de intervención humana en la dinámica atmosférica datan ya de hace varios años, y recientemente la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos emprendió una especie de campaña para la modificación artificial del tiempo y el clima, sobre cuyos trabajos se acaban de publicar interesantes resultados.

En la lucha contra los elementos, como en toda guerra, hay métodos de ataque y defensa, procedimientos de acción directa o meramente previsiva, fundada esta última en el pronóstico deducido del conocimiento de un proceso natural o simplemente en una defensa pasiva, guiada por la vigilancia y observación de lo que está pasando en el momento presente, indicio cierto de lo que va a pasar inminentemente. Hay agentes naturales ante los que toda potencia humana está desarmada y ni siquiera cabe la previsión, como ocurrió por ejemplo con el gigantesco bólido que asoló una extensa región de la Siberia septentrional a principios de este siglo; respecto del cometa descubierto el año pasado por dos astrónomos japoneses y de cuyo probable choque con la Tierra o con el sol se habló y escribió no poco, cabía a lo más un pronóstico que aminorara indudablemente sus efectos catastróficos, conforme al dicho clásico de San Gregorio, cuando afirmaba que los dardos que se ven venir hieren menos cuando nos defiende el escudo de la presciencia.

En este sentido, aunque nada puede la ciencia contra un violento terremoto o una erupción volcánica, fenómenos generalmente repentinos e imposibles de cohibir directamente, sí cabe en no pocos casos un pronóstico, muy imperfecto aún y por el que se investiga diligentemente; excepcionalmente lograron los sismólo-

gos japoneses salvar a todos los habitantes de las laderas del volcán Sakura-Yima, inmediatamente antes de la erupción que asoló toda aquella región y aniquiló los pueblos allí existentes: el principal obstáculo que se opone a una evacuación sistemática de tales sitios peligrosos por la vecindad de un volcán activo en otras partes del mundo es la resistencia de los habitantes a abandonar terrenos, que precisamente por ser volcánicos, suelen ser muy férciles. En cuanto a los terremotos, las tentativas de pronóstico eficaz se hallan aún muy lejos de un completo éxito.

La citada comisión encargada de la posible modificación de los factores meteorológicos se ocupa de los aspectos económicos, sociales y aun legales del problema; ejemplo de esto último lo tenemos en el acta del Congreso de los EE. UU. autorizando al entonces presidente Eisenhower para crear un comité especial (ante la falta de precedentes jurídicos) para dictaminar el caso de los ganaderos de Texas, que atribuían la desastrosa sequía de 1953 a las actividades de este género mediante tentativas de provocar lluvia artificial en los estados del Este y Sudoeste del territorio de la Unión, con perjuicio de los demandantes, ya que según autorizadas opiniones, por tales métodos no se crea, sino que se desplaza la lluvia y por tanto se produce un daño en las regiones a que correspondería normalmente ese agua si no hubiera semejantes intervenciones o perturbaciones artificiales.

En todos los países se registran catástrofes en diferente grado de magnitud originadas por ciclones, granizo, lluvias copiosas o al revés por sequías pertinaces, cuyo remedio exige buscar la manera de evitarlas. Para ello el primer paso obligado consiste en conocer íntimamente el mecanismo de su producción; después vendrá el método de intervenir eficazmente en él: desde luego tal intervención será siempre indirecta, sin pretender ejercer acción alguna que se oponga o anule el factor natural, y mucho menos crear directamente otros de sentido contrario. Los agentes termodinámicos que aquí entran en juego son de un poder desmesurado en comparación con los que el hombre es capaz de movilizar: son muchos los megatones que se despliegan en la atmósfera en la producción, no ya de tempestades violentas y de gran extensión, sino de cualquier movimiento aéreo, condensación acuosa en una nube, etc...

Por tanto, aplicando el antiguo principio de que más vale maña que fuerza, la intervención humana tendrá siempre que limitarse a buscar un punto vulnerable en esa maquinaria, donde por el efecto llamado «de gatillo» pueda por una fuerza pequeña desencadenar un proceso parcial favorable suficiente para engendrar la deseada modificación en el proceso general. Uno de los técnicos más autorizados en esta materia había ya dicho muy oportunamente, acerca del remedio contra la sequía, que el proble-

ma consistía en hacer llover a una acumulación de vapores ya existentes, «puesto que sólo Dios puede crear una nube».

En el terreno estratégico hay poderosas razones para no descuidar la solución de este problema, como lo hizo notar Orville, jefe del comité asesor para el gobierno atmosférico, al terminar su informe con estas textuales palabras: «Si un país enemigo llegara a dominar en gran escala este campo meteorológico antes que nosotros, las consecuencias podrían ser aún más desastrosas que la misma guerra nuclear». A lo que añadía Teller, uno de los especialistas en bombas de hidrógeno, que si Rusia lograra modificar el régimen de lluvias en Siberia, con detrimento ulterior de los Estados Unidos, se limitaría a decir que lo sentía mucho, pero que ellos no pretendían sino mirar por el bienestar de su propio pueblo. Y en la revista norteamericana «Newsweek» se había escrito a este propósito: «Si España hubiera podido someter a su poder la borrasca que anegó su flota en el Canal de la Mancha en julio de 1588, ¿por ventura no hablarían hoy en castellano todos los habitantes de América?».

Es bien conocido el antiquísimo y por supuesto perfectamente ineficaz procedimiento de los barcos amenazados por una tromba marina, de atacar a cañonazos el embudo formado por el vértice que se acerca a ellos, creyendo que contribuiría a deshacer el torbellino el sacudimiento así provocado en las capas atmosféricas. Otros medios más eficaces se están buscando en la actualidad, principalmente para ser aplicados durante las primeras fases de la formación ciclónica, para lo cual evidentemente se requiere una vigilancia diligente, que permita intervenir a tiempo; también se ha pensado y se espera conseguir al menos la desviación de su trayectoria, de suerte que el desarrollo del fenómeno tenga lugar en el mismo mar de donde suele proceder y sin daño para los navíos, a quienes se habrá avisado oportunamente.

Atendida la importancia del pronóstico y posible intervención en el proceso de los tornados, como se llama a los ciclones en los EE. UU., se han gastado y se gastarán cuantiosas sumas en la solución de un problema que produce enormes pérdidas, así en vidas humanas como en bienes materiales; por tierra, mar y aire se han hecho exploraciones, a veces atrevidas y temerarias, a fin de arrancarles el secreto de su mecanismo, aunque la tarea es ardua y todavía se está muy lejos de un éxito satisfactorio. Más favorables, si bien incompletos, son los resultados relativos a la formación de la lluvia y el granizo, que expondremos aquí sumariamente, ya que la materia es extensa por demás.

En la condensación de los vapores atmosféricos desempeñan un papel importante los llamados núcleos o partículas en suspensión alrededor de las cuales se forman las gotas de la lluvia y los granizos, así como en determinadas condiciones los copos de nieve: son de tres clases: 1) los de Aitken, denominados así en honor del

investigador que abrió camino en este campo, con un diámetro comprendido entre cinco millonésimas y dos diezmilésimas de milímetro, cuya concentración varía entre un centenar por centímetro cúbico sobre los océanos y varios millones en atmósferas muy contaminadas; 2) los grandes, de dos diezmilésimas a una milésima de milímetro, con un par de centenares por centímetro cúbico, y 3) los gigantes, compuestos por granos de sal marina y que junto a la superficie están en proporción de diez por centímetro cúbico; su tamaño llega a un cuarto de milímetro de diámetro.

En sustancia, la acción artificial consiste en la inyección en la nube de una u otra clase de núcleos que faciliten o dificulten la condensación de los vapores; por ejemplo, parece que la introducción de gran cantidad de ellos en una nube de granizo tiene como efecto la producción de numerosas condensaciones, con aumento del número y disminución del tamaño, lo que evidentemente equivale a despojar al granizo de su poder destructor para las plantas tiernas o los cereales en granazón; algo semejante sucede *en general* con las gotas de agua en orden a la lluvia, con la salvedad subrayada de que no es tan sencillo ni tan eficaz el procedimiento como parece a simple vista, ya que depende su resultado del estado en que se hallan esos vapores, de su temperatura y otras circunstancias diversas, no siempre conocidas con los medios actuales de observación, por perfeccionados que puedan parecer.

El tratamiento de las nubes por esta siembra de partículas tiene diferentes fines: unas veces tienden a provocar una precipitación que en circunstancias normales consta estadísticamente que no se producirá, y así se intenta poner remedio a la sequía, empleando para ello núcleos artificiales semejantes a los que naturalmente se encuentran allí; y otras veces lo que se desea es descargarlas gradualmente, para impedir un exceso de lluvia, origen de inundaciones; o bien sembrando núcleos diversos que alteren el proceso e impidan la precipitación sobre una región determinada, desviando por ejemplo hacia el mar los nublados que amenazan descargas en tierra. Notemos de paso que la operación se hace unas veces desde el suelo disparando unas a manera de bombas que estallan al llegar a la nube, y otras dejando caer desde un avión las partículas para que por sí mismas se esparzan en la masa de vapores.

Uno de los grandes problemas planteados en esta materia es la comprobación, generalmente por vía estadística, de la eficacia real de tales métodos: en otras palabras, hay que saber con seguridad si los efectos favorables obtenidos se deben efectivamente a ellos o si por el contrario hubiera llovido sin semejante intervención, para lo cual hace falta un conocimiento adecuado de lo que suele suceder en aquel clima y región en circunstancias ordinarias. Se explica el interés de tal investigación, puesto que sin

ella no es prudente gastar grandes sumas en experimentos y campañas de este género, como se está haciendo en algunos países.

Hay otra clase de agentes naturales en los que interesa intervenir, como sucede con la niebla, que unas veces entraña peligros para la navegación marítima o aérea y otras constituye una defensa eficaz contra las heladas. El clima de California es en gran parte templado y propicio para sostener la riqueza agrícola de que goza aquella región; pero en ocasiones amenaza el riesgo de perderse una buena cosecha, principalmente de frutos cítricos, y de ello se da oportunamente aviso a los agricultores mediante un excelente servicio meteorológico: cuando se recorren las carreteras paralelas a la costa llama la atención del viajero el gran número de hornillos de hierro profusamente distribuidos entre los árboles frutales; en ellos se quema petróleo cuyo humo engendra una espesa niebla, de olor desagradable, pero que los habitantes de los pueblos soportan con la satisfacción de quienes saben que se están salvando así los frutos de que viven y prosperan aquellas regiones. El remedio es antiquísimo y mencionado en el Antiguo Testamento, cuando leemos en el Eclesiástico descripciones de fenómenos naturales, entre los cuales figuran los daños del hielo en los campos, y a continuación se añade: «Remedio pronto de estos males es la niebla».

En el mar, además del monótono resonar de la sirena, el radar ha resuelto adecuadamente este problema; pero en los aeródromos todavía hay que resignarse a cerrarlos al tráfico aéreo renunciando, con las molestias consiguientes, a la entrada y salida de los aviones. Cuando se trata de nieblas frías procedentes de nubes bajas, ya se ha logrado disiparlas acelerando la precipitación de esos vapores mediante siembra de cristales de hielo, de yoduro de plata y de propano líquido, que se encargan de iniciar la deseada precipitación: pero en cambio han fracasado los intentos de hacer algo parecido con nieblas calientes, salvo algún caso favorable y aislado.

En la extensísima ciudad de Los Angeles, que de un extremo a otro mide cien kilómetros, la dificultad con que se viene luchando es mucho más grave: la prosperidad de sus pobladores, traducida en una gran abundancia de automóviles particulares, especialmente necesarios para tan largos desplazamientos urbanos, añade una considerable proporción de gases nocivos a los procedentes de las fábricas y más que nada a los incineradores domésticos de basuras; y el factor predominante en la polución atmosférica es el viento húmedo del Pacífico que al llegar a los montes cercanos a la ciudad se remansa y mantiene días enteros esa capa de niebla contaminada artificialmente; ya se ha pensado en la instalación de gigantescos ventiladores capaces de crear en las alturas una corriente vertical que despeje el aire: sin embargo, la única so-

lución practicable por ahora es reducir en lo posible las fuentes de humo urbano, seria amenaza contra la salud pública.

Algo semejante ocurre respecto del clima, lo mismo en general para toda la Tierra como en particular para regiones más o menos extensas. Se han hecho cálculos sobre el influjo de la industria humana en el régimen climatológico terrestre en los tiempos actuales, desde que comenzó la combustión masiva de carbones minerales e hidrocarburos; anualmente se incrementa en enormes cantidades el anhídrido carbónico atmosférico, con el resultado de acentuar notablemente el llamado «efecto de invernadero» del aire que nos rodea; este gas, opaco a la radiación del calor oscuro (onda larga) y transparente al luminoso (onda corta), no solamente va almacenando calorías, sino que contribuye a reducir la irradiación hacia afuera: el aumento de calor así producido se calcula en 0.83 grados centígrados por siglo, aunque el mayor consumo por parte de las plantas tiende a restablecer el equilibrio.

Desde tiempos remotos han logrado los agricultores modificar el microclima de sus campos de cultivo: la cal, mezclada con la capa superficial del suelo, aumenta su reflexión de los rayos solares y lo defiende del exceso de calor; y a su vez el carbón, oscureciéndolo y aumentando el poder absorbente, lo defiende de las heladas. Pero hacer esto mismo a escala continental, como se ha propuesto para el mismo fin en el casquete helado del polo Norte o en los grandes desiertos ya es otra cosa; en ambos casos es imposible la aplicación práctica de tales métodos elementales: aparte el fabuloso coste de la operación, la acción posterior de vientos y lluvias iría borrando y deshaciendo lo que se esparciera sobre el suelo o el hielo.

Se trató también de suavizar el clima de las regiones polares en el hemisferio Norte ensanchando las dos comunicaciones, ambas relativamente estrechas, del océano Glacial ártico con el Pacífico y el Atlántico, mediante poderosas explosiones nucleares, que facilitarían la entrada e intercambio térmico con las aguas allí confinadas; pero la prudencia más elemental aconseja desistir de tal proyecto, cuyas consecuencias problemáticas serían además muy difíciles de prever y podrían dar un curso desfavorable a los factores climatológicos.

Mas razonable es un proyecto semejante en escala reducida, cual sería establecer por los mismos medios violentos de explosiones atómicas, la comunicación actualmente impedida por cordilleras de montañas, entre las cuencas de algunos ríos de Siberia con las mesetas áridas situadas al otro lado de esos montes, y que se transformarían en terrenos fértiles, al mismo tiempo que se templarían algo las rigurosas temperaturas. No faltan apreciaciones optimistas respecto de tan atrevidos planes, si bien las fechas de su realización se van dilatando indefinidamente.

ANTONIO DÚE ROJO, S. I.  
*Director del Observatorio  
de Cartuja (Granada)*