

## La futura arma meteorológica

Por JOSE M.<sup>a</sup> JANSA GUARDIOLA

Es característica de la preparación prebélica en nuestros días la lucha por la novedad secreta, y es que es, a veces, más eficaz un arma débil desconocida que un arma fuerte conocida. Entre las posibilidades de novedad que nos reserva el futuro, quizá no lejano, se ha deslizado ya el nombre de *arma meteorológica*, la cual podría ser la sorpresa de la nueva guerra mundial si se alarga bastante su período de incubación.

¿Qué puede ser el arma meteorológica?  
¿Es realizable una verdadera arma meteorológica?

Podría parecer extraño que la Meteorología, que todavía es incapaz de resolver con seguridad el problema de la previsión a pocos días fecha, y que aún no ha dado pruebas convincentes de eficaz intervención humana sobre el tiempo, se levante ya con la pretensión de proporcionar al Mando un arma de combate. Sin embargo, los Estados Mayores harán bien en no desdeñar cualquier indicio en este sentido, pues la Historia enseña que la inmensa mayoría de innovaciones técnicas han empezado como armas secretas: antes que motores de explosión industriales hubo cañones; antes que Aviación comercial, Aviación militar; antes que centrales de energía nuclear, bombas atómicas. Por otra parte, nadie debe maravillarse de que una ciencia intente lanzarse a su fase práctica sin esperar a haber terminado su fase teórica. Ahí está la Medicina como ejemplo magnífico. Si los médicos hubiesen tenido que abstenerse de recetar hasta que la Biología hubiese alcanzado la perfección de la Geometría, ¡qué terrible panorama se ofrecería todavía a la Humanidad por espacio de muchos siglos!

Además, sabemos todos por experiencia que es más fácil manejar las fuerzas de la Naturaleza para la destrucción que para la utilidad, y ésta es la razón de que casi todas las grandes invenciones hayan empezado por sus aplicaciones bélicas. Hay todavía otra circunstancia que favorece el progreso en tiempo de guerra, y es la economía que entonces no se tiene en cuenta. Las dificultades técnicas de un viaje a la Luna quizá hoy día ya no son insuperables; la única dificultad sería su enorme coste, pero si el resultado de una conflagración mundial dependiese de un viaje a la Luna, seguramente se verificaría.

### DESPLIEGUE DE FUERZAS METEÓRICAS.

Repetidamente en la Historia han intervenido las fuerzas de la Naturaleza en la decisión de una batalla. Baste recordar algunos casos, bien conocidos de todos. La "Invencible" de Felipe II no fué derrotada por los ingleses, sino por la tempestad. Napoleón fracasó en Rusia porque el *tiempo atmosférico* luchó activamente contra él. Los aliados sufrieron durante la guerra de Crimea, en 1854, un serio descalabro por efecto de un violento ciclón, y en nuestra misma Cruzada, el contratiempo quizá más serio, la pérdida de Teruel se debió en gran parte a la intervención inoportuna de una irrupción de aire polar continental. Imaginése el desastre que se abatiría sobre un Ejército sometido al azote implacable de un ciclón tropical. Si uno de los beligerantes gozase del dominio de los elementos y pudiese ordenar un despliegue táctico de los

mismos contra el enemigo, su victoria sería segura y aplastante, pues ninguna fuerza humana, ningún arma bélica es capaz de contrarrestar la furia de la Naturaleza. Reconozcamos que esto es pura fantasía. Sólo en las mitológicas batallas homéricas, en las que los dioses tomaban partido por un bando, caen los guerreros fulminados por el rayo, expresamente esgrimido contra ellos, o se derrumban las murallas al soplo de un huracán hecho a medida. En realidad las fuerzas naturales, si es verdad que han decidido batallas, no han estado nunca a disposición de nadie; han obrado, al parecer, fatalmente, distribuyendo la ventaja o la desgracia, ciegos instrumentos de inescrutables designios de la Providencia.

Si analizamos un poco más profundamente los hechos, observaremos que la intervención de los elementos meteorológicos se presenta en dos formas: o bien como un arma activa cuya energía se pone al servicio de la destrucción, o bien como una resistencia pasiva aniquiladora. Pertenecen al primer grupo los huracanes, inundaciones, trombas, tornados, tormentas y ciclones, y al segundo, la acción del clima.

En otra época llegaron a usarse como armas ofensivas el rebaño de elefantes salvajes o de bisontes incendiarios; son fuerzas naturales semejantes a las fuerzas meteóricas en el sentido de ser lanzadas sin dudar al campo enemigo para que realicen allí su obra instintiva devastadora. Durante la última guerra un diputado propuso en el Parlamento inglés que se intentase despertar la actividad del Vesubio bombardeando su cráter. Algo parecido a esto podría ser el manejo de huracanes, ciclones y tormentas en perjuicio del adversario y defensa propia. No parece totalmente imposible que algún día se consiga influir sobre el curso de estos meteoros; pero será siempre mucho más difícil reunir artificialmente las múltiples concausas que concurren a su nacimiento. En otras palabras: cabe esperar que si por casualidad se produce alguno de ellos en algún lugar adecuado, se le pueda aprovechar dirigiéndolo estratégicamente. Sus efectos serían semejantes a los obtenidos con los más intensos bombardeos.

Analicemos someramente cada uno de los meteoros de presumible interés bélico y el partido que se puede sacar en cada caso de su particular estructura:

*Tormenta.*—Una tormenta representa la descarga de una enorme cantidad de energía latente acumulada dentro de una masa atmosférica más o menos extensa. La energía no se encuentra inicialmente concentrada sobre el reducido espacio barrido por la tormenta. La tormenta no hace más que *canalizar la salida*.

Consideremos un embalse de gran extensión. Como se sabe, representa un depósito de energía hidráulica en forma potencial. Esta energía puede recogerse transformándola en energía cinética mediante una turbina. Pues bien: la circunstancia sobre la cual nos interesa llamar la atención es que, prescindiendo de dificultades prácticas que pueda haber, la situación de la turbina en cualquier punto de la presa es indiferente; o sea, que *toda* la energía del embalse puede actualizarse indistintamente en el punto A, o bien en el punto B, muchos kilómetros separado de A. Sin más que cerrar la compuerta de A y abrir la de B, consumiendo un trabajo despreciable, somos dueños de desplazar la energía de todo el embalse de un punto al otro. Pasemos ahora al caso de la atmósfera, y la analogía es perfecta. Una estratificación inestable del aire (sea efectiva, potencial o convectiva) equivale a una acumulación de energía distribuida sobre una extensión enorme, tanta cuanta sea la de la inestabilidad. Una tormenta juega el papel de compuerta y turbina, que va consumiendo la energía potencial de la inestabilidad y convirtiéndola en energía cinética. En principio, es también aquí indiferente el lugar de *desagüe*, mucho más aún que en el caso del embalse hidráulico, pues en la atmósfera se dispone, como quien dice, de todo el fondo del embalse y no tan sólo de sus bordes. La descarga espontánea suele verificarse de ordinario por varios puntos a la vez, aunque no muy numerosos; es decir, que una situación de inestabilidad se resuelve no por una sola tormenta, sino por varias. Además, y esto tiene mucha importancia, no permanecen fijas, sino que se desplazan.

Sabido esto, el problema técnico, semejante al de la corrección de cauces, se reduce a desviar el curso de una tormenta para conducirla contra un objetivo determinado, o bien a desencadenarla donde convenga. El fenómeno tormentoso por inestabilidad vertical es simétrico en su principio, razón por la cual es difícil prever el camino que seguirá. Por otra parte, la experiencia demuestra que las tormentas son casi siempre móviles. La decisión sobre la dirección inicial de la marcha depende, pues, de circunstancias triviales. Raethjen ha demostrado que la desimetría necesaria para entretener el movimiento es creada por la precipitación: la nube se desplaza en el sentido de la máxima precipitación, como se comprende teniendo en cuenta que el chubasco produce un momentáneo descenso local de presión, el cual atrae a las corrientes aéreas que alimentan al meteoro. En un artículo anterior (1) hemos hablado de la provocación artificial de la lluvia, siendo precisamente el cúmulo-nimbus convectivo el tipo de nube más sensible a ese género de influencias. A título provisional séanos permitido imaginar lo que podría ser la *conducción* de una tormenta utilizando un avión piloto. El avión (sin tripulantes) se remontaría por encima de la nube tormentosa durante su fase inicial simétrica y se colocaría cerca del borde conveniente; allí provocaría el primer chubasco, que pondría en marcha a la tormenta en la dirección deseada. El avión avanzaría *llevando a la tormenta a remolque* hasta colocarla sobre el objetivo donde trataría de inmovilizarla, restableciendo la simetría circular. Se podría conseguir una descarga de energía mucho más violenta que en las tormentas naturales por la concentración en un solo punto de varias tormentas dispersas inicialmente sobre una extensa área.

La potencia de un arma destructora se aprecia por la cantidad de energía que es capaz de concentrar sobre un objetivo de reducidas dimensiones. Para formarnos una idea de la potencia del arma atmosférica, supongamos una zona de inestabilidad

de 5.000 kilómetros cuadrados de extensión. Sea la temperatura junto al suelo de 25° C con un gradiente vertical de 1° C por 100 metros y la humedad relativa de 70 por 100. Litwin ha calculado que la subversión total de una columna de aire en estas condiciones libera unas seis calorías por centímetro cúbico; es decir, que toda la zona inestable representa un depósito de energía de  $3.10^{14}$  calorías. La bomba atómica libera poco más o menos  $6.10^{11}$  calorías por kilogramo de U-235 puro. Por tanto, la concentración de toda la energía tormentosa de una región atmosférica inestable de la extensión de Mallorca equivale a la explosión de 500 kilogramos de U-235, ó de 150.000 toneladas de trilita. Es cierto que la inestabilidad supuesta es quizá la máxima observable.

*Ciclón.*—Prescindimos de los ciclones tropicales, que si bien se caracterizan por su terrible violencia y por su potencia destructora, superior a la de cualquier otro meteoro, carecen de interés fuera de su reducida área de dispersión geográfica, de la cual difícilmente podrían ser extraídos.

Los ciclones extratropicales se caracterizan por su estructura heterogénea; en ellos se encuentran en contacto inmediato, por lo menos, dos masas de aire, y la superficie frontal que las separa es asiento de los mayores trastornos. Una de las masas de aire, y a veces las dos, son inestables; pero la energía ciclónica no procede totalmente de esta inestabilidad; a ella hay que sumar la energía potencial que representa la inclinación de la superficie frontal sobre el horizonte. Esta energía potencial, que en el caso de la tormenta convectiva es despreciable (y a veces, negativa), resulta de la posición forzada del centro de gravedad del sistema. Es sabido que el equilibrio estable de un sistema puramente mecánico se caracteriza por la altura mínima de su centro de gravedad, y que el sistema tiende espontáneamente a dicho equilibrio. Si se tienen dos masas de aire de distinta densidad (por desigualdad de temperatura), el equilibrio estable corresponde a su superposición, quedando la más ligera encima y la más densa debajo, con superficie de separación horizontal si están en

(1) "Lluvia artificial". REVISTA DE AERONAUTICA núm. 84, pág. 74.

reposito, o inclinada el ángulo exigido por el teorema de Margules si se encuentran en movimiento relativo, ángulo que es siempre muy pequeño. Pues bien; cuando en vez de estar superpuestas las dos masas aparecen yuxtapuestas habrá inestabilidad mecánica, la cual deberá tender a ser destruida. Durante este reajuste, el centro de gravedad del sistema descenderá, y el producto de este descenso por la suma de las masas que han participado en la subversión será la medida de la energía mecánica o frontal puesta en juego por el fenómeno. Para eliminar la participación de la inestabilidad, supongamos cada masa por separado en equilibrio indiferente; es decir, con gradiente vertical adiabático de temperatura ( $1^{\circ}$  C por 100 metros). La diferencia constante de temperatura sea de  $5^{\circ}$  C, y el espesor vertical de ambas, de 10 kilómetros. Por encima de este nivel, donde suponemos se igualan las presiones descansa una masa homogénea, que puede ser la estratosfera, la cual no participa en la subversión. Una vez alcanzado el equilibrio estable final, la masa fría ocupa la posición inferior, y la cálida, la superior. El descenso del centro de gravedad del sistema formado por las dos masas vale unos 8 m., cantidad que parece muy pequeña, pero que teniendo en cuenta la enormidad de los pesos puestos en juego equivale a una disminución de energía potencial de unos 60 julios por centímetro cuadrado. A esto hay que añadir el descenso de la estratosfera, pues la subversión trae por consecuencia una disminución de la presión al nivel de los 10 kilómetros. Este descenso vale unos 22 m., que representa una nueva disminución de energía potencial del orden de los 50 julios por centímetro cuadrado. La subversión trae consigo una liberación de energía gravitatoria, que puede cifrarse en 110 julios por centímetro cuadrado, casi la mitad de lo cual procede de la caída de la estratosfera.

La energía ciclónica supera, pues, con mucho, a la de inestabilidad; es más de cuatro veces mayor que ella, además de que casi siempre se extiende a considerables espacios, de modo que pueden alcanzarse fácilmente sumas gigantescas. Sin embargo, hay dos circunstancias que colocan esta

fuerza de energía en condiciones de inferioridad con relación a la inestabilidad vertical desde el punto de vista de su utilidad militar. En primer lugar, es poco susceptible de concentración, pues aun suponiendo que la conversión de energía potencial en cinética tenga lugar solamente en la proximidad inmediata de la superficie frontal, y que ésta sea vertical al principio, al final tiene que ponerse horizontal (o casi horizontal), dilatándose sobre toda la extensión de las dos masas participantes. En segundo lugar, parece que el control de los fenómenos frontales ha de ser mucho más difícil que el de los fenómenos convectivos y que hoy por hoy no se dispone todavía de ninguna técnica conocida en cuya progresiva eficacia pueda confiarse racionalmente. El camino indicado para llegar a crear esa técnica futura deberá pasar por varias etapas que nos limitaremos a indicar.

Se observa en la Naturaleza que ni siquiera las superficies frontales nacientes son verticales, y, sin embargo, los fenómenos frontales son tanto más intensos cuanto más se acerca dicha superficie a la verticalidad, pues se comprende que, a igualdad de energía, siendo el área afectada equivalente a su proyección horizontal, su concentración será mayor. El máximo efecto se obtendrá cuando se logre mantener la mayor verticalidad posible de la pared frontal hasta llegar a las últimas fases de la subversión. Los frentes cálidos son, pues, desfavorables, y los frentes fríos son tanto más convenientes cuanto más acelerados, aunque el incremento de velocidad de desplazamiento perjudica en el sentido de aumentar el espacio barrido por el meteoro. Antes de buscar los medios conducentes a la aceleración artificial de los frentes, se deben estudiar cuidadosamente las causas naturales que influyen sobre ella, que hoy por hoy permanecen todavía bastante oscuras.

También demuestra la experiencia que la energía frontal no se manifiesta uniformemente a lo largo de toda su extensión, sino que en las superficies frontales nacen perturbaciones locales de tipo ondulatorio, a consecuencia de las cuales el frente mis-

mo queda dividido en sectores alternativos de actividad y marasmo, correspondientes a los ciclones y anticiclones móviles de la Meteorología sinóptica, respectivamente. Pero además se observa, y lo confirma también la teoría, que, según sean las relaciones entre la frecuencia y la longitud de onda de la perturbación, el movimiento podrá ser estacionario o progresivo, es decir, la ondulación estable o inestable. Si la ondulación es estable, no se llega a una efectiva subversión, sino a una disipación lenta de energía por amortiguación. En cambio, la inestabilidad de las ondas trae consigo, con la rotura del frente, un rápido reajuste de las capas atmosféricas y una inmediata liberación de todo el excedente de energía potencial. Aquí se descubre una posibilidad de actuación humana.

Las condiciones requeridas son: que el frente sea joven, y que se puedan producir simultáneamente, en puntos convenientemente escogidos del mismo, y con ritmo adecuado, impulsos perturbadores capaces de desencadenar uno de esos movimientos fuertemente inestables. Si se logra que el frente entre en resonancia, es decir, que la perturbación forzada coincida con uno de los períodos propios del sistema, sus vibraciones alcanzarán rápidamente la amplitud suficiente para hacerlos saltar, como sucede con una estructura metálica sometida a una acción pulsátil, ajustada a sus constantes elásticas. De este modo se lograría abreviar considerablemente el proceso evolutivo del frente, y aumentar en proporción semejante su violencia. En cuanto a los medios para producir la deseada perturbación, no es difícil imaginarlos. Tiene que ser mediante la emisión de energía por ondas hertzianas, y su concentración, por interferencia sobre regiones de pequeña extensión. La onda portadora de esta energía debe ser absorbible por los gases atmosféricos. La perturbación obtenida consistiría, entonces, en una elevación local de temperatura. Al mismo tiempo que se provocase el nacimiento de ondas artificiales inestables de evolución rápida, se debería procurar destruir las ondas espontáneas de evolución lenta o francamente estables, que se producen siempre en todo frente.

Las principales dificultades que hay que vencer son: 1.º, el transporte de notables cantidades de energía a distancia, por medio de ondas eléctricas, y de tal calidad espectral, que el aire atmosférico sea capaz de absorberlas casi totalmente, condiciones poco compatibles teniendo en cuenta que la transmisión tiene que hacerse a través del mismo aire; 2.º, es preciso determinar el espectro elástico de la superficie frontal, cuando ésta apenas haya nacido, y deben controlarse sus posibles variaciones en todo momento, para ajustar a ellas el ritmo de la perturbación y 3.º, al mismo tiempo habría que actuar, no se sabe cómo, sobre el desplazamiento del frente en conjunto, para que los resultados obtenidos no sean contraproducentes.

#### CORRUPCIÓN DEL CLIMA.

Otra forma muy distinta de actuar contra el enemigo, con intervención de los elementos meteorológicos, sería la corrupción artificial del clima. Esta arma tendrá cierto parecido con las armas bacteriológica y química. Se trata de hacer inhabitable una comarca por un trastorno de su clima, o por lo menos, de anular la producción, creando condiciones atmosféricas insostenibles, es decir, que en todo caso hay que provocar una alteración profunda del ambiente, extensa y duradera, de la cual se ha de resentir inmediatamente la potencialidad económica del enemigo, y a la larga, la misma vida humana.

Las instalaciones de clima artificial en salones, naves, fábricas, etc., son, hoy en día, problemas corrientes de técnica industrial, pero estos procedimientos no sirven de nada en este caso; no sólo porque ahora se trata de empeorar en vez de mejorar el ambiente, sino porque requieren espacios cerrados, o por lo menos, reducidos. ¿Es posible realizar en este terreno soluciones de mayor alcance? Hay una posibilidad fundada en el papel importante que desempeñan en la economía de la atmósfera ciertas sustancias que se encuentran en ella en muy pequeña cantidad, tales como el anhídrido carbónico, y sobre todo el ozono, que

podríamos llamar las *hormonas* del aire. Una pequeña variación en el contenido de tales sustancias llevaría consigo una alteración considerable de las condiciones climatológicas. Tanto es así, que los geólogos han buscado en dicha causa la explicación de los misteriosos períodos glaciales, atestiguados por la fauna fósil y la dispersión de los cantos erráticos.

Las dos variables meteorológicas fundamentales que determinan el clima desde el punto de vista biológico son la temperatura y la precipitación, observándose que las oscilaciones de una y otra, compatibles con la vida, son bastante restringidas. Toda vida activa cesa prácticamente a 50 ó 60° bajo cero, aunque pueda subsistir por debajo de tales temperaturas una vida latente, económicamente inútil, de los organismos inferiores, esporos, semillas, etc. Por el otro extremo, el límite es más tajante: por encima de 150° no queda vestigio alguno de vida de ninguna clase. Por lo que a la precipitación se refiere, sus términos extremos son la inundación y el desierto; la primera, que reduce la vida a pobres formas acuáticas, sin contar el hundimiento de todo el sistema económico del país; el segundo, que anula toda vida en absoluto. Es evidente que una alteración eficaz de la temperatura exigiría dispositivos totalmente fuera del alcance humano, ahora y quizá para siempre. El régimen de lluvias parece algo más asequible, sobre todo cuando no se pretende darle más que un alcance regional. Como eficacia para destruir la potencialidad económica de un país es mejor el desierto que la inundación. De todas las alteraciones posibles del clima nos queda, pues, en definitiva, como única posiblemente digna de consideración, la creación artificial de condiciones desérticas.

Por un lado, ¿qué posibilidad de lucha le quedaría a una nación cuyo territorio se fuese convirtiendo en un Sáhara frente a otra potencia que conservase toda su riqueza agrícola y ganadera? ¿Quién ignora que aquellos pueblos a quienes les ha tocado en suerte un trozo de desierto natural han sido siempre militarmente inferiores a los que habitan comarcas feraces y ricas?

Por otra parte, reproducir artificialmente

las condiciones climatológicas determinantes del desierto no nos parece tan descabellado como otras empresas del mismo estilo.

El desierto típico se produce debajo de un anticiclón cálido, cuya subsidencia impide la formación de nubes. El cinturón de desiertos que rodea la Tierra en el hemisferio Norte (y con menos desarrollo también en el hemisferio Sur) sigue fielmente el máximo barométrico subtropical, que, como se sabe, está cortado en segmentos por el influjo de los océanos. En el continente teórico de Köpen el desierto del hemisferio Norte arranca de su costa occidental y llega un poco más allá del centro del continente, formando una especie de elipsoide alargado cuyo eje mayor se dirige de WSW. a ENE. Esta configuración se debe al circuito cerrado de vientos con giro anticiclónico, que como pieza principal de la circulación general de la atmósfera tiende a formarse en dicho lugar, encerrando un área de corrientes descendentes. No hay que pensar en ninguna alteración esencial de la circulación general, que valdría casi tanto como querer sacar a la Tierra de quicio, sacudiendo su eje o interviniendo el ritmo de sus movimientos astronómicos; pero quizá alguna pequeña alteración afortunada de detalle podría acarrear consecuencias del sentido deseado suficientemente amplias. No se olvide que el régimen de las corrientes oceánicas se refleja sobre la atmósfera y que dicho régimen está estrechamente enlazado con la configuración geográfica de la línea de la costa, cuyo curso depende hasta cierto punto bastante del azar; en ciertos lugares una variación de nivel de pocos metros la haría cambiar hasta quedarse irreconocible, en otros, bastaría un cataclismo local de poco alcance para abrir un estrecho o para cegar un canal. Cualquiera de estas acciones podría cambiar el destino de una gran corriente marina, eficaz desde el punto de vista climatológico. No hay sino fijarse en cosas tan elementales como la suavización del clima europeo por la corriente del Golfo, o el nacimiento de las nieblas persistentes de Terranova, a consecuencia de la corriente fría del Labrador. El hombre que pudiese robar el *Golf-Stream*, como en la famosa novela de Wells, se haría dueño de Europa.

Ahora bien, casi nunca se obtienen buenos resultados por imitación servil de la Naturaleza. La Aviación habría progresado poco si los inventores se hubiesen empeñado en construir aparatos con alas batientes como las aves, y ni siquiera se habría inventado un mal carro, si se hubiese pretendido que todos los vehículos marchasen moviendo sus patas, como hacen los animales superiores. Se puede provocar el agostamiento de la vegetación y la suspensión perentoria de la vida sobre una zona más o menos amplia, sin necesidad de crear un circuito atmosférico ni de imponer nuevas leyes a los vientos. Ya hemos citado la presencia del anhídrido carbónico, al cual se debe, casi totalmente, la retención del calor solar en las capas bajas de la atmósfera, siendo, además, él mismo indispensable como alimento de las plantas, de donde ellas sacan todo su carbono. Si este gas faltase, la vegetación cesaría muy pronto por completo, y con ella, también, la vida animal. Pero es difícil luchar contra el gas carbónico; la menor combustión lo produce en abundancia, y por su elevado peso específico tiende a concentrarse en las capas bajas, donde precisamente hace más falta. Si un beligerante intentase privar al campo enemigo de su anhídrido carbónico, sembrando algún absorbente químico apropiado, la contra-arma estaría inmediatamente inventada: bastaría mantener unas cuantas hogueras encendidas. Pero es que la absorción misma del gas es de por sí difícil; díganlo si no los técnicos que trabajan en el problema de la purificación del aire en minas, submarinos, etc. Sería más fácil aumentar la riqueza de la atmósfera en este elemento que suprimirlo; como en Medicina es más fácil enriquecer a un organismo en hormonas y vitaminas que hacérselas eliminar.

Nos queda todavía el ozono. El ozono posee un enorme poder absorbente sobre las radiaciones ultravioleta, comprendidas entre 2.000 y 3.000 Å., de tal manera que a él se debe casi exclusivamente la detención de estas radiaciones contenidas en la luz solar. La cantidad de ozono contenido en la atmósfera, aunque muy variable según las circunstancias, podría formar una capa de unos tres mm. de espesor si se le comprimi-

miese a 760 mm. de mercurio (2). No está distribuido uniformemente, ni menos con arreglo a la ley del equilibrio barométrico, sino que se concentra principalmente alrededor de las alturas de 20 a 30 kilómetros; es decir, en plena estratosfera. Esta pequeña cantidad de ozono presente en la alta atmósfera es suficiente para determinar en ella una considerable elevación de temperatura, pues toda sustancia que absorbe radiaciones se calienta, y las radiaciones ultravioleta son las más ricas en energía de todo el espectro y el ozono es 500 veces más absorbente que el oxígeno. La temperatura media de la atmósfera entre los 30 kilómetros y su límite exterior es de 150° C, y como su temperatura efectiva a dicha altura es de unos 55° bajo cero, se deduce que las capas más elevadas deberán alcanzar temperaturas de algunos centenares de grados. Esto tiene consecuencias meteorológicas considerables. En efecto; cualquier sustancia sometida a tales temperaturas se convierte en un manantial de calor oscuro. Según Alt (3), el suelo recibe como radiación directa o difusa del Sol un 43 por 100 de la constante solar, mientras que recibe un 88 por 100 en forma de radiación oscura engendrada en el aire. Es cierto que el mismo suelo se convierte también en manantial calorífico infrarrojo, de quien el aire recibe a su vez un 104 por 100 de energía. La temperatura ordinaria de equilibrio de las capas bajas de la atmósfera se debe casi exclusivamente a esta absorción de calor oscuro procedente del suelo, de donde se deduce que, suponiendo que la radiación solar directa y difusa absorbida por el mismo no sufriese ninguna pérdida, aún faltarían 0,61 de constante solar para mantener el régimen. Este suplemento es extraído principalmente de las capas elevadas del aire que radian de noche y de día hacia el suelo, gracias al almacenamiento de la radiación solar ultravioleta retenida por el ozono. Por consiguiente, si la capa de ozono

(2) "El problema de la ozonosfera", por José Baltá y Joaquín Catalá. "Revista de Geofísica". Año III, pág. 108.

(3) Pita-Lorente: "Meteorología Aeronáutica". Madrid, 1942; pág. 12.

desapareciese o fuese reducida de modo apreciable, la temperatura estacionaria sufriría un sensible descenso, y si aumentase, una elevación correspondiente. En el primer caso la Tierra se encontraría casi desamparada contra la irradiación nocturna, pues la pantalla de ozono a elevada temperatura la protege ahora contra el frío interplanetario. Su falta acarrearía para nosotros los terribles contrastes de calor y frío a que se encuentra sometida la superficie sólida de la Luna, sólo atenuados por la débil protección de las capas bajas atmosféricas absorbentes de las ondas largas emitidas por el suelo.

En la práctica parece que ha de ser menos difícil eliminar el ozono que aumentar sensiblemente su dosis. Aprovechando su enorme poder oxidante, bastaría sembrar en su seno alguna sustancia muy reductora, como, por ejemplo, fino polvo de carbón. Al mismo tiempo se conseguiría un efecto secundario de gran importancia, casi suficiente por sí sólo para conseguir el objetivo perseguido, y es que la radiación ultravioleta solar llegase hasta el suelo, pues el oxígeno y el nitrógeno son completamente transparentes para ella; pero estas radiaciones son perjudiciales para la mayor parte de los procesos vitales y sus efectos no habrían de tardar en dejarse sentir.

Dentro de este mismo orden de ideas podrían ensayarse otros recursos, tales como la interposición a gran altura de alguna sustancia que detuviese todas las radiaciones rojas y amarillas de la luz solar, esenciales para la función clorofílica. Los vegetales empezarían por decolorarse, languidecer y

acabarian por morir. Como ocurre siempre con las soluciones totalmente artificiales, éste será sin duda el procedimiento efectivo si algún día llega a hacerse uso del arma meteorológica. La Meteorología pasaría a desempeñar un papel más bien auxiliar que sustantivo, pero ineludible; pues solamente un conocimiento profundo del régimen de vientos y del campo de densidades por encima de la región interesada podría asegurar el éxito.

No decimos una palabra sobre la paralización de la lluvia, que es lo que hace la Naturaleza cuando quiere crear un desierto. Nos parece más factible actuar sobre otras condiciones esenciales de la vegetación. ¡Ojalá pudiésemos lograr aquello: región sin agua es región muerta!; pero no queremos dejarnos llevar de la imaginación. Tampoco queremos dejar la impresión de que lo consideremos totalmente imposible. La ciencia moderna nos ha enseñado a ser muy parcos en el uso de este vocablo. Sería el *bloqueo atmosférico*. Las escuadras de la potencia sitiadora detendrían en la frontera toda nube cargada, o la obligarían a descargar, antes de dejarle paso franco. Bastaría montar la guardia a la entrada de las rutas ciclónicas que son más o menos previsibles. Allí se encendería la lucha a muerte, pues la nación que perdiese la batalla de la lluvia se vería condenada al agostamiento absoluto de sus campos, al cegamiento de sus fuentes, a la desaparición de sus presas hidráulicas y a la desolación irresistible de la sed. Habría perdido la guerra. ¿Somos novelistas o profetas? ¿Quién es capaz de decirlo?