



# CANTIDAD DE NUBES

Por JOSE MARIA JANSA GUARDIOLA

Meteorólogos y aviadores quizá algunas veces no acabamos de entendernos, y es que el Código internacional de Copenhague fué elaborado por meteorólogos antes del florecimiento casi inesperado, por lo rápido, de la Aviación. En muchos puntos convendría tal vez que fuese revisado oyendo los asesoramientos del personal volante. También el Código "Q", hecho expresamente para el servicio de la navegación aérea, ha recogido las normas básicas de la Clave meteorológica, y tampoco es el fruto de una perfecta colaboración entre meteorólogos y aviadores.

Es sabido de todos que la cantidad de nubes (**N** del Código de Copenhague; **QBB** del Código **Q**) se aprecia en décimas de cielo cubierto. Al aviador, lo único que le interesa es la cantidad de nubes bajas; así es que prescindiremos de los problemas especiales que pueden plantearse con relación a este asunto por el grado de transparencia del velo nuboso, elemento que realmente no adquiere importancia sino cuando se trata de nubes elevadas. Suponiendo, pues, que las nubes sean totalmente opacas, la nubosidad de cinco décimas, por ejemplo, la entiende el observador terrestre: **medio cielo oculto**; en cambio, el aviador la interpreta: **media tierra oculta**. Y puede surgir un malentendido. Véase la figura adjunta y se comprenderá que una nube cenital que oculta al observador terrestre una pequeña porción de cielo, puede significar para el aviador una pantalla prohibitiva; si se fía del parte meteorológico que le suministra el Puesto de Infor-

mación y espera disfrutar de una visión suficiente del paisaje, quedará defraudado; para él el cielo (es decir, la tierra) está casi cubierto. No caiga por eso en la tentación de decir que le han engañado; sencillamente, no se han entendido. Es claro que la información debe ser de provecho para el aviador, y si no, no sirve, y además debe venir en la forma más cómoda y más útil para éste, por cuya razón hemos dicho que sería de desear un nuevo estudio de este y otros puntos, de común acuerdo meteorólogos y aviadores, para corregir las normas internacionales hoy vigentes. Elementos de juicio a tener en cuenta en este caso particular serían, por ejemplo, los siguientes:

En primer lugar, la extensión de espacio atmosférico que desde un Observatorio determinado se puede descubrir es muy superior a lo que ordinariamente se piensa: una nube que asoma por el horizonte no está sobre la vertical del horizonte geográfico, está mucho más lejos. Este hecho lo expresamos diciendo que el radio del horizonte meteorológico es mayor que el del horizonte geográfico. En realidad, hay un horizonte para cada altura de nubes. Podremos tomar en consideración tres principales: horizonte de los cirrus, horizonte de las nubes medias y horizonte de las nubes bajas correspondiente a las alturas medias de dichas tres familias de nubes, o sean 8.000 m., 4.000 metros y 1.000 m. Para dar una idea práctica de sus dimensiones representamos dichos tres horizontes juntamente con el horizonte geográfico para el Observa-

torio de Palma de Mallorca, cuya terraza superior se encuentra a 28 metros sobre el nivel del mar. Es claro que los accidentes geográficos recortan considerablemente estos alcances, como recortan también el alcance del horizonte geográfico mismo, y el trazado de la verdadera configuración de los horizontes es un trabajo laboriosísimo, pero que sería conveniente emprendiesen todos los Observatorios. Llamarán, sin duda, la atención del lector las distancias increíbles de estos horizontes, que no se realizan en la práctica. Ello se debe a la intervención de las condiciones de visibilidad, tanto de las que dependen de la perspectiva geométrica como de las que dependen de la transparencia del aire. Imagínese una masa de cirrus que colocados en el cenit, es decir, a una distancia de ocho kilómetros del observador, cubren una décima de cielo; vistos a una distancia de 350 kms., que corresponden aproximadamente a su horizonte, no cubrirán más que media milésima del mismo. Por otra parte, el grado de transparencia de la atmósfera no permite nunca la visibilidad de objetos tan pálidos como son los cirrus a tales distancias, y en la mayoría de los casos los hacen ya completamente invisibles a distancias mucho menores. Por este doble motivo los alcances teóricos deben ser recortados en grado desconocido y variable, sin que hasta ahora se haya hecho nada para tener idea aproximada del orden de magnitud de tal reducción.

Ahora bien: la nubosidad a gran distancia del aeródromo, al aviador no le interesa en absoluto. ¿Qué le importa que haya tres o cuatro décimas de nubes, si están todas amasadas en una región del horizonte por donde no pasa su ruta; es decir, a más de 50 kilómetros del puesto que le interesa? Para él este punto está totalmente despejado. O, por el contrario, ¿de qué le sirve un claro entre nubes, si le coge completamente de flanco y lejos? La información de nubosidad realmente útil para el aviador debería desdoblarse en dos clases de información, o sea: primero, **nubosidad cenital**, teniendo en cuenta únicamente las nubes contenidas dentro del casquete esférico con centro en el cenit y cuya amplitud había que discutir cuidadosamente, y segundo, **nubosidad horizontal**, reducida a un sector de la zona esférica, **excluida del dato anterior**.

\* \* \*

Otro asunto discutible es la unidad de medida que se emplea para apreciar la nubosidad. Esta unidad tiene las dimensiones de un ángulo sólido, y su valor absoluto es de  $\frac{2\pi}{10} = 0,628$  radianes cuadrados. Sin embargo, instintivamente se tiende a interpretarla más bien como una superficie; es decir, como si la bóveda celeste fuese una cáscara material hueca que vemos por dentro. Si pudiese considerarse como realmente esférica, no habría inconveniente ninguno, pues la porción de superficie esférica interceptada por un cono cuyo vértice coincide con el centro de la esfera, es proporcional al ángulo sólido de dicho cono; pero interviene aquí un nuevo fenómeno, más bien de orden psicofisiológico, que no ha sido explicado todavía satisfactoriamente, pero que es preciso tener en cuenta. Se encuentran referencias al mismo en todos los li-

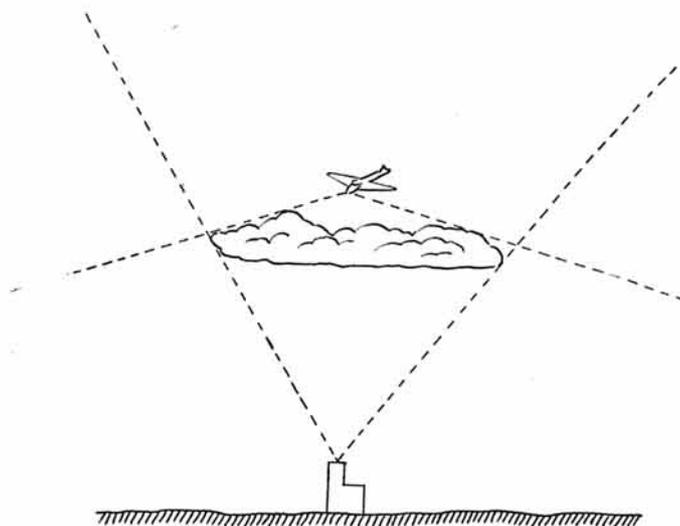


Figura 1

bro de Astronomía popular, y consiste en que los objetos celestes vistos a simple vista cerca del horizonte nos parecen más grandes que cerca del cenit. La apariencia es sobre todo llamativa con la Luna llena: a su salida o a su puesta da la sensación de ser por lo menos cuatro veces más grande que cuando brilla a su máxima altura. Es una pura ilusión óptica, pues las medidas y la teoría demuestran que precisamente el diámetro aparente es en el primer caso ligeramente inferior al segundo; una vez más, las apariencias engañan. Lo mismo ocurre con las constelaciones: cuando están bajas, parecen enormes; cuando se elevan, parece que se achican. Pues bien: aunque sea ilusión de los sentidos, el hecho es que la bóveda celeste no **se ve** como una bóveda esférica y que cuando a cualquiera se le habla de objetos **dibujados** en dicha bóveda, tales como las nubes, instintivamente lo entenderá referido a esta bóveda **como se ve** y no **como es**, tanto más cuanto que en realidad no **es** de ninguna manera, puesto que la existencia misma de la bóveda celeste es también una ilusión. A veces no es recomendable demasiado puritanismo científico: aceptemos la idea vulgar de la bóveda celeste, tratemos de puntualizarla, pero no de enmendarla con la excusa de perfeccionarla, y refiramos a ella la medida de la nubosidad. Puesto que los objetos cerca del horizonte parecen mayores, a igualdad de ángulo visual, es que la bóveda celeste tiene forma aplastada semejante a un casquete esférico, como se comprende con la figura. Por consiguiente, la décima de bóveda celeste, unidad de nubosidad, entendida como área en vez de ángulo sólido, se obtendrá dividiendo el casquete en diez partes iguales; los ángulos sólidos correspondientes resultan ahora naturalmente desiguales, y, por tanto, menores cuanto más nos acercamos al horizonte. En la figura hemos dibujado la división en zonas decimales, tanto para la bóveda aplastada como para la esférica, con objeto de que pueda compararse la abertura de los ángulos sólidos correspondientes, que en el caso de la esférica son todos iguales, porque interceptan en la esfera unidad zonas de igual área, aunque en el dibujo no lo parecen, porque no es posible representar otra cosa que su sección me-

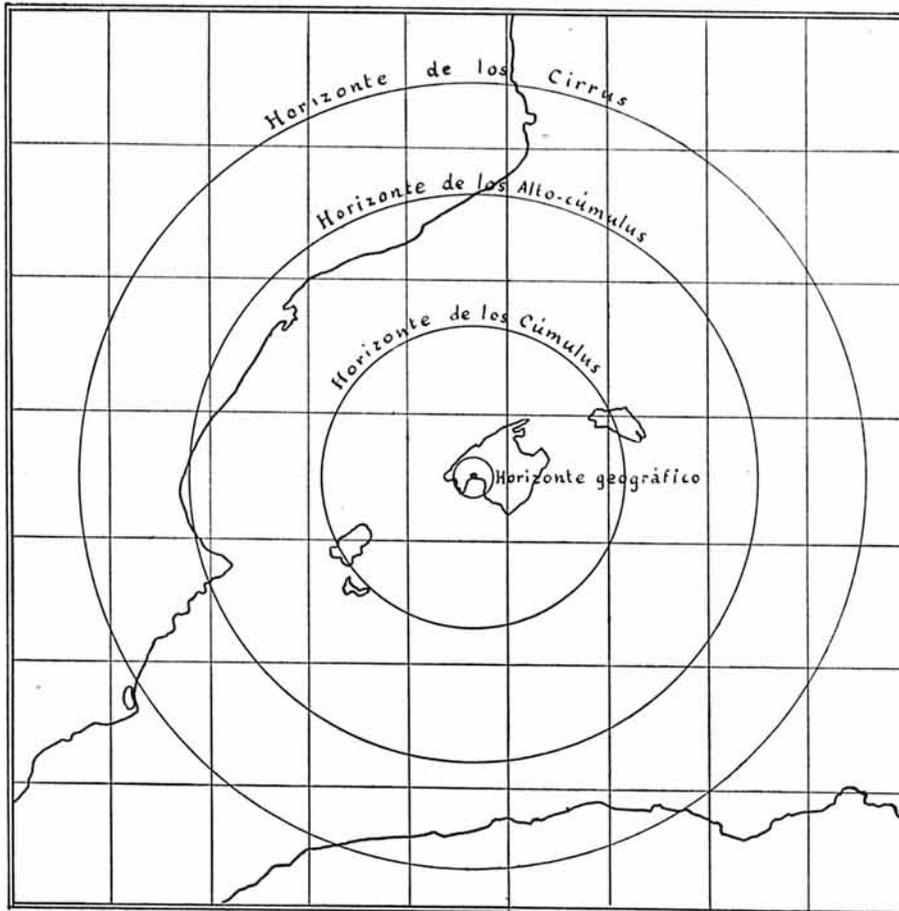


Figura 2

ridiana. El resultado depende, naturalmente, del grado de aplastamiento o flecha del casquete, elemento difícil de precisar por la naturaleza subjetiva del problema, pero al cual se le podría dar una solución convencional a valorar por su eficacia práctica. Con décimas de bóveda aplastada la nubosidad cerca del horizonte resulta superestimada en relación con el uso de décimas esféricas, y como en la actualidad, aunque no se haya establecido ningún convenio a este respecto, todos los observadores tienden a usar inconscientemente las primeras con la agravante de no decirlo explícitamente, resulta en la práctica exagerada la importancia de la parte de cielo que precisamente menos interesa al aviador. Urge, pues, poner fin a este confusio-nismo, determinando de una vez si se adopta la décima esférica (ángulo sólido) o la otra, y en este caso, cómo se fija la flecha. En todo caso habría que dotar a los observadores de algún aparato — una sencilla red de alambre — que les permitiese formarse una idea justa de la extensión de una zona decimal a todas las alturas sobre el horizonte. Todavía hay que tener en cuenta que la presencia de nubes y su altura son una nueva causa de deformación de la misma bóveda celeste, tendiendo a parecer el techo tanto más plano cuanto más bajas se encuentran las nubes cenitales y cuanto más extensa sea la sábana nubosa.

Debemos considerar, además, la influencia decisiva que sobre la nubosidad tiene la posición del punto de vista. Con una misma cantidad absoluta de nubes, la nu-

bosidad será considerablemente mayor vista desde la cumbre de una montaña (que quede, naturalmente, por debajo de la base de las nubes) que vista desde el pie. Es un simple efecto de perspectiva. No sólo se debe a la efectiva acumulación de las nubes sobre las montañas el hecho de la mayor nubosidad observada en éstas, sino que también contribuye al mismo efecto la circunstancia de estar más cerca de ellas. Es claro que cuando el punto de vista queda por encima del campo de nubes, la situación cambia por completo. Este es el clásico **mar de nubes**, acerca de la medida de cuya extensión nada se ha puntualizado hasta ahora. Todavía es más complicado el asunto para un punto de vista aislado en la atmósfera, como un avión. A poca que sea la altura, la depresión del horizonte se hace considerable; es decir, la bóveda celeste abarca más de un hemisferio. Además, no sólo encima, sino también debajo del punto de vista, puede haber nubes. Hay lugar, pues, a distinguir dos clases de nubosidad: nubosidad por encima del horizonte y nubosidad por debajo del horizonte. La nubosidad vista desde el suelo resulta de una combinación de am-

bas en proporciones variables según sea la posición relativa de los dos puntos de vista. En una palabra: la nubosidad es una función espacial que sólo por un artificio se convierte en una función areolar. Podría llamarse nubosidad absoluta a la fracción del segmento de atmósfera visible ocupada por las nubes, y nubosidad relativa a un punto determinado, a la fracción del campo visual ocupada por la proyección central de las mismas; es decir, a la sombra arrojada por las nubes cuando se supone el punto luminoso situado en el punto de vista. La nubosidad absoluta es muy pequeña porque el volumen propio de las nubes lo es siempre en comparación con las enormes dimensiones de la atmósfera. En cambio, la nubosidad relativa puede alcanzar la unidad incluso con una pantalla infinitamente delgada. En este orden de ideas la nubosidad resulta uniformemente definida en todos los casos, siendo indiferente que el campo visual sea el cielo o sea el paisaje; que la mirada se dirija hacia arriba o hacia abajo. Cuando se escoge el punto de vista en el suelo, el campo visual es hemisférico; cuando se escoge un punto en la atmósfera libre, es esférico. En este caso es conveniente distinguir dos semicampos, superior e inferior, como ya antes hemos dicho. Lo lamentable es que de la nubosidad relativa a un punto no se puede deducir la relativa a otro, y como la nubosidad absoluta es una magnitud prácticamente inaccesible a la observación, queda sin resolver de un modo riguroso la determinación de la nubosidad co-

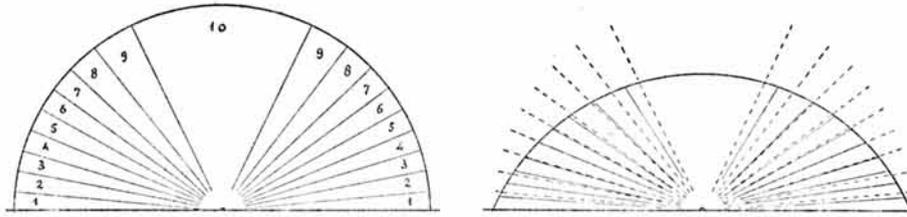


Figura 3

respondiente a un punto de vista sobre el cual se carezca de información directa. Y, sin embargo, otros datos realmente interesantes para el aviador serían los de nubosidad superior e inferior a percibir desde un punto situado a determinada altura sobre el suelo, mucho más interesantes, desde luego, que los datos de nubosidad desde el suelo que ahora se le dan. La causa de esta imposibilidad radica en que la verdadera forma y dimensiones de una nube en el espacio son desconocidas en cada caso concreto. Por eso se puede intentar de darle una solución aproximada, atribuyendo a cada tipo de nubes la forma y dimensiones medias del tipo. He aquí los resultados para los cúmulos, suponiendo la nube situada en la vertical del punto de vista, con la base a 1.000 metros de altura sobre el terreno y con un espesor de 700 metros:

Cota del punto de vista	Nubosidad en décimas (hacia arriba)	Nubosidad en décimas (hacia abajo)
0	1	0
500	3	0
1.000	10	10
1.500	0	3
2.000	0	1
2.500	0	0,7
3.000	0	0,5

Por último, las aplicaciones de las medidas de nubosidad que se hacen a la Meteorología sinóptica, necesitan también ciertas aclaraciones que nos aparten de posibles interpretaciones incorrectas. Ordinariamente los mapas de nubosidad se trazan siguiendo la pauta consagrada en los demás elementos meteorológicos; es decir, uniendo por líneas (isonefas) todos los puntos en los cuales la nubosidad es la misma. Es verdad que por este procedimiento se obtienen figuras muchas veces notablemente regulares, apareciendo líneas cerradas y concéntricas que rodean una región de nubosidad máxima o mínima, casi siempre máxima. Parece, pues, como si alrededor de ciertos núcleos de cielo cubierto a modo de sombra los anillos sucesivos de nubosidad decreciente fuesen a modo de penumbra. Esta imagen sugiere, naturalmente, la idea de hallarnos ante la representación directa del sistema nuboso, o sea la proyección vertical de su contorno sobre el plano de la carta, asimilando este contorno a una especie de línea de costa, las masas nubosas a una especie de islas y el fondo del cielo despejado al mar. Por lo dicho anteriormente se comprende que no es exactamente eso: el área realmente cubierta por el sistema nuboso es

siempre menor de lo que indica el curso de las isonefas. La comparación debiera ser más bien, como hemos indicado ya antes con la sombra y su penumbra, que la pantalla nubosa proyectaría sobre la carta bajo la acción de un foco luminoso de dimensiones y situación apropiadas, sin tener en cuenta la complicación que introduce la desigualdad de cotas de los observadores. Es verdad que esta última perturbación podría eliminarse **reduciendo la nubosidad al nivel del mar**; pero esta operación, que daría correcciones siempre de pequeño valor absoluto, es difícil en teoría y prácticamente irrealizable. Equivale al siguiente problema fundamental de perspectiva: conocido el ángulo sólido del contorno aparente de un cuerpo desde un punto de vista dado, cambiar de punto de vista y calcular el ángulo sólido del nuevo contorno aparente. Si no se conoce la configuración del cuerpo en el espacio además de su situación con relación al nuevo punto de vista, el problema no tiene solución, y si se conocen dichos elementos, sobran todos los datos relativos al primer punto de vista. Como, por otra parte, la perspectiva desde un solo punto de vista no determina, ni mucho menos, la configuración de un cuerpo en el espacio, no se puede, ni aun conocida la cota del Observatorio, elaborar las necesarias tablas de conversión de la nubosidad **observada** en nubosidad reducida al nivel del mar. Sin duda podrían suplirse los datos que faltan, como ya hemos hecho anteriormente, suponiendo a cada tipo de nubes forma, dimensiones y altura sobre el suelo constantes; entonces la tabla podría contener el valor reducido al nivel del mar que corresponde a cada zona decimal de la bóveda celeste en función de su altura sobre el horizonte y del tipo de nubes, y el observador podría efectuar la reducción total sumando las nubosidades reducidas de cada una de las diez zonas; pero la verdad es que consideramos desproporcionado el trabajo que todas estas operaciones llevarían consigo con la utilidad que podrían reportar.

Volviendo a la representación sinóptica de la nubosidad, es evidente que no existe relación directa entre ella y la distribución geográfica de las nubes. Si en un punto determinado la nubosidad es, por ejemplo, de cinco décimas, tanto puede ocurrir que la nube esté realmente localizada allí (si se la ve en el cenit), como que no lo esté (si se la ve junto al horizonte); por eso los datos de nubosidad que figuran actualmente en el parte internacional, no son suficientes para trazar con rigor la verdadera carta de los sistemas nubosos. Es sabido que desde Scherescherosky y Wehrlé se consideran estos sistemas, solidarios de las depresiones móviles, como constituidos por un núcleo central más o menos elíptico de nimbostratus, rodeados concéntricamente en orden sucesivo de un anillo de alto-estratus,

otro de cirrostratos y otro de cirrus avanzados, con una transición continua de un anillo al siguiente. Este esquema, aunque fundamentalmente es verdadero, se interpreta corrientemente con una anchura exagerada de los anillos por efecto del error de perspectiva de que venimos hablando. Precisamente las nubes marginales, cirrus y cirrostratus, son las nubes más altas, y por consiguiente, las que se ven desde más lejos; sus símbolos representativos llenan, por consiguiente, sobre la carta sinóptica gran número de estaciones desde las cuales se ve la nube, pero encima de las cuales no se encuentran. Estos lugares deberían interpretarse en realidad como lugares despejados, y el margen de esta clase de nubes comprendería, por consiguiente, un anillo mucho más estrecho. Si el sistema nuboso estuviese constituido por una sucesión vertical de nubes

superpuestas, nimbostratus en el piso inferior, cirrus en el superior, la representación sinóptica en la forma actual daría lugar, sin embargo, a un esquema parecido al que hoy se obtiene, en el cual la sucesión concéntrica de anillos nubosos de altura creciente sería un efecto puramente aparente. Aunque de hecho sabemos que esto no ocurre, sino que la figura del sistema nuboso en el espacio realmente es la de un inmenso embudo, de todos modos la abertura de este embudo no es tan exagerada como parecen indicar los mapas de nubosidad; los cirrus no se adelantan tanto al cuerpo del sistema, ni los altostratus alcanzan tanta amplitud lateral. Naturalmente que esto no disminuye en nada el valor de los primeros como síntomas precursores de la aproximación de un sistema nuboso, sino que más bien se lo **aumentan**.

