

Reflexiones sobre la belleza de la atmósfera

José Miguel Viñas Rubio

La atmósfera, con su variedad cromática e ininidad de formas nubosas, es sin lugar a dudas uno de los elementos de la Naturaleza de mayor belleza. La observación de los cambiantes paisajes aéreos a nadie deja indiferente, al margen de que uno tenga una mayor o menor relación con la ciencia meteorológica, convirtiéndose a menudo en un espectáculo visual de primer orden, dotado de una belleza indescriptible. ¡Quién no se ha dejado seducir alguna vez por la magia de un atardecer!



Los candilazos que a veces ocurren durante la puesta de sol, con presencia de nubes en el cielo (Altocúmulos en este caso), dotan al cielo de una gran belleza. © José Tous Borrás.

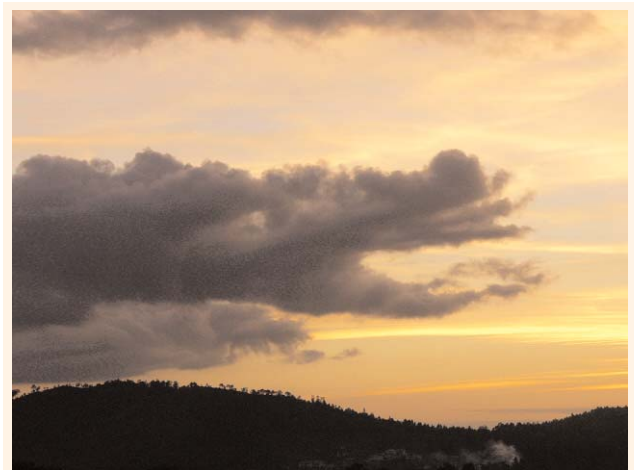
Esa belleza, que de forma tan clara percibimos al fijar nuestra atención en una nube algodonosa dibujada sobre el azul celeste, genera en nosotros una sensación placentera no muy distinta a la que nos produce la observación de una obra de arte, como el David de Miguel Ángel, un dibujo de Leonardo o un cuadro de Velázquez. La misma sensación que nos invade cuando buceamos en los clásicos de la literatura universal o cuando cerramos los ojos y dejemos volar nuestra imaginación bajo los acordes de Bach, Mozart o Vivaldi. Todo esto nos deleita y transmite en nosotros una sensación de belleza y elegancia, de gusto refinado y de armonía en el sentido más amplio del término.

En las cosas bellas que nos rodean percibimos elementos comunes que nos invitan a reflexionar sobre el propio concepto de belleza y a buscar las causas generadoras de la misma. ¿Es distinta la belleza de un majestuoso *cumulonimbus* perfilando su imponente silueta en lontananza, que la del Partenón de Atenas, la Gran Pirámide de Keops o el *mirab* de la mezquita de Córdoba? En el presente artículo trataremos de responder a preguntas como ésta, buscando una especie de "teoría de la percepción nubosa", capaz de hacernos entender porqué percibimos belleza cuando alzamos la vista al cielo.

Definición de belleza

La belleza es uno de esos conceptos difíciles de definir, al tratarse de algo que percibimos a través de nuestros sentidos y que por lo tanto genera unas sensaciones y sentimientos distintos en cada individuo. Una misma nube se percibe de forma diferente dependiendo de quien la observe. Cuando jugamos a identificar objetos en las nubes, rara vez coinciden nuestras apreciaciones con las de las personas que tenemos al lado, de manera que donde uno ve un gallo con una cresta de cirros, otro intuye unas hojas de palmera o el contorno de las Islas Británicas, pongamos por caso. No obstante, determinadas nubes, configuraciones nubosas y tonalidades celestes, amén de una larga lista de elementos naturales y artísticos, provocan reacciones similares entre la gente, pudiéndose definir la belleza de forma genérica.

En los diccionarios encontramos definiciones para todos los gustos. El DRAE define la belleza como una "propiedad de las cosas que nos hace amarlas, infundiendo en nosotros deleite espiritual. Esta propiedad existe en la Naturaleza y en las obras literarias y artísticas." En esta definición se hace referencia al amor y al deleite espiritual, dos conceptos que lejos de aclararnos lo que es la belleza, inciden en la parte más subjetiva e intangible de la misma. Resulta interesante para nuestros fines la información que nos ofrece la socorrida enciclopedia Wikipedia de Internet, donde de forma breve y concisa define la belleza como "el esplendor de la forma a través de la materia".



Nube con forma de dragón captada por un aficionado en Portugal en el año 2003.

De esta definición se deduce que sólo determinadas formas de la materia son bellas *per se*, por lo que la búsqueda de la belleza, tanto en la atmósfera como en cualquier otro lugar, pasa por buscar unas formas concretas, caracterizadas por tener una determinada proporción "agradable a la vista".

Dicha búsqueda ya se la plantearon hace más de 2.000 años en la Grecia Clásica. Por aquel entonces, llamaron *armonía* a la cualidad que hacía que algo pareciera bello, de proporciones adecuadas, lo que llevó a la aparición de los primeros cánones de belleza. Los rostros más agraciados y los cuerpos atléticos eran analizados con detalle por los artistas (escultores, pintores, arquitectos...), quienes conseguían así plasmar en sus obras la máxima expresión de la belleza humana y de las formas. Esos primeros acercamientos a la belleza se centraron en la parte más objetiva del asunto, en un intento por comprender racionalmente la misma, básicamente a través de las causas de índole geométrica que la originan. Hoy en día, por el contrario, la belleza (especialmente la artística) no se entiende únicamente como el resultado de unas proporciones perfectas o de algo necesariamente armónico, sino como algo subjetivo, bastante alejado de la visión clásica del asunto. En el caso concreto de la atmósfera, puesto que ha sido la ciencia la que nos ha permitido entender muchas cosas de ella, trataremos de acercarnos a su belleza intrínseca desde una perspectiva histórico-científica.

La medida de la belleza: La proporción áurea

Intentar medir la belleza a través de la búsqueda de una razón de proporcionalidad común a los objetos bellos, fue una tarea que abordaron algunos de los más insignes hombres de ciencia de la historia, destacando un par de personajes que comparten nombre aunque no época. El más conocido y cercano en el tiempo es el gran Leonardo da Vinci (1452-1519), un hombre de insaciable curiosidad por la Naturaleza con unas magníficas dotes artísticas, lo que le llevó a convertirse en la principal figura del Renacimiento. El segundo personaje es Leonardo de Pisa (1170-1250), matemático medieval al que apodaron Fibonacci (acrónimo de "hijo [*fillius*] de Bonacci"). A él debemos una conocida sucesión numérica, íntimamente relacionada con el número áureo, que podemos considerar la razón de proporcionalidad de la belleza.

Los fenómenos atmosféricos no pasaron desapercibidos a Leonardo da Vinci, quien plasmó en algunos de sus dibujos las tormentas que en verano crecían en la región alpina del norte de Italia, que como bien sabemos es una zona de gran actividad tormentosa. Las formas globulares de las nubes cumuloformes, retratadas también por Leonardo en su famosa representación del Diluvio Universal, muestran un parecido asombroso con los remolinos de agua leonardinos y con las formas que adopta el líquido elemento al sortear obstáculos en un curso fluvial o al caer desde cierta altura sobre el pilón de una fuente, lo que también llamó la atención del maestro, tal y como reflejan sus estudios del agua del *Codex Atlanticus*. Leonardo trató de ver en esas formas comunes de las nubes y del agua una proporción extensible al resto

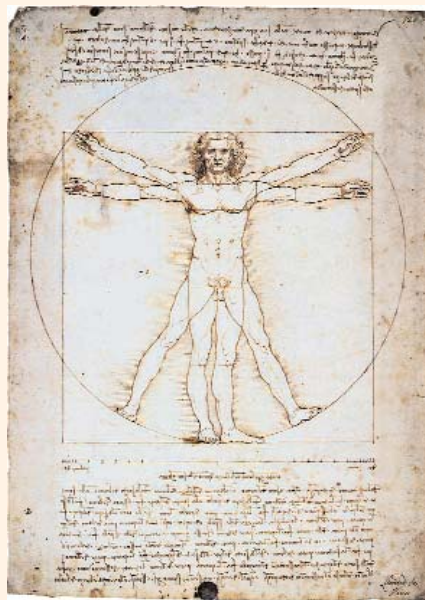
de las cosas bellas que nos rodean. En su *Cuaderno de Notas* y acompañando a un dibujo con las proporciones de una cabeza (año 1488), aparece escrito el siguiente comentario: "La proporción se encuentra no solamente en los números y medidas, sino también en los sonidos, pesos, tiempos, espacios y cualquier clase de energía que pueda existir". En su afán por buscar el canon de la belleza humana, Leonardo abordó también el famoso problema del hombre vitrubiano, que permanecía sin resolver de forma satisfactoria desde la época del arquitecto romano Vitrubio, hacia el siglo I a.C.

En su famoso tratado *De Architectura*, Vitrubio proponía que la altura de un hombre bien proporcionado debía ser igual a su envergadura, y que dicho individuo al tumbarse con los brazos y piernas extendidos en cruz debía circunscribirse a un círculo. Estas consideraciones llevaron a muchos artistas de los siglos posteriores a intentar encajar la figura humana simultáneamente en un círculo y un cuadrado, con resultados poco satisfactorios, ya que para lograr dicho objetivo, la figura humana necesariamente tenía que deformarse.

La solución más elegante la encontró Leonardo, que tuvo la genial idea de descentrar el cuadrado y la circunferencia, desplazando el centro del primero desde el ombligo del hombre vitrubiano hasta su pubis. El canon de belleza quedaba bien establecido y se justificaba por el hecho de que el radio de la circunferencia es sección áurea de la altura del cuadrado, siendo la diferencia entre radio y altura justamente la distancia que en el dibujo de Leonardo separa los centros de las dos figuras geométricas.

El número áureo, conocido ya desde la antigüedad, dota de belleza al mundo físico que nos rodea y del que formamos parte. El descubrimiento de esta "divina proporción" produce un vértigo infinito, similar al que experimentamos con la teoría del caos, cuando descubrimos la existencia de una geometría fractal omnipresente, semiculta bajo la apariencia del más puro azar. Las nubes son un buen ejemplo de fractales y en ellas trataremos de encontrar la proporción áurea, lo que justificaría su belleza.

Dicha proporción toma el valor 1,608339..., lo que se conoce como el número áureo, designado por la letra griega Φ (*phi*), en honor al escultor griego Fidias. Φ es un número irracional, con infinitos decimales, que aplicado a un segmento de una determinada longitud, estaría indicando la razón de proporcionalidad entre el todo y la parte. Para que al dividir un segmento en dos partes, ambas estén en proporción áurea, la razón entre la longitud total del segmento y la parte mayor, debe ser igual a la razón entre esta parte y la menor. Aplicando esto a un rectángulo en lugar de a un segmento, es fácil comprobar que en un rectángulo áureo de los que manejamos a diario, como una tarjeta de crédito, una cajetilla de tabaco o un DNI, al aplicar un primer corte áureo obtenemos un cuadrado y un nuevo rectángulo áureo de menor tamaño. Repitiendo la operación en ese segundo



El hombre vitrubiano de Leonardo da Vinci. En este famoso grabado, Leonardo obtuvo una solución muy elegante del canon de la belleza humana, logrando medir la proporción del ser humano en términos geométricos.

rectángulo, obtendríamos un segundo cuadrado más pequeño y otro rectángulo áureo más pequeño aún. De menor a mayor tamaño, el lado de los cuadrados que se van generando sigue la sucesión numérica: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34,... que se corresponde con los famosos números de Fibonacci. Cada número de la serie es el resultado de la suma de los dos anteriores, de manera que al 34 le seguiría el 55 (21+34), al 55 el 79 (34+55) y así sucesivamente.

Leonardo de Pisa propuso esa sucesión de números como solución matemática de un problema que aparentemente poco tiene que ver con la belleza. En su *Libro de los Ábacos* explicaba que la secuencia numérica ayudaba a calcular casi exactamente la forma en que crecía con el tiempo una población de conejos. Lo cierto es que todas las formas de crecimiento en la Naturaleza —entre ellas el desarrollo de las nubes— tienen en Φ una de las claves de su bella apariencia.

Una manera de ver gráficamente la sucesión de Fibonacci sobre el rectángulo áureo es trazar una espiral logarítmica, construida a partir de la unión de los distintos arcos de 90° de circunferencia inscritos en cada uno de los cuadrados que conforman el citado rectángulo. Bastará, por tanto, con que busquemos espirales en la Naturaleza para descubrir la señal de identidad áurea.

La cola enrollada de un camaleón, la estructura interna del caparazón de un caracol, la disposición de las hojas en una

piña tropical o los brazos espirales que adoptan las pipas de un girasol, son sólo unos pocos ejemplos de la forma en que actúa Φ sobre la fauna y la flora. En otros ámbitos y a escalas muy diferentes podríamos fijar nuestra atención en una galaxia espiral o en algo más cercano y familiar como una borrasca, en torno a la cual las nubes se alinean, formando calles concéntricas que convergen hacia el centro de la misma. Los movimientos rotatorios aparecen en la atmósfera, en el océano y fuera de la Tierra, pudiéndose afirmar

que la rotación, con independencia de cuál sea su causa primera, genera belleza a través de las formas espirales a las que da lugar.

Los números de Fibonacci también aparecen ocultos en multitud de obras de arte de todas las épocas, lo que desvela las claras intenciones de los distintos artistas por imitar la Naturaleza, en su afán por crear algo bello.

Mucho se ha escrito sobre la misteriosa sonrisa de la Gioconda, pero no tanto sobre lo que se esconde bajo las suaves facciones de su perfecto rostro, que no es otra cosa que la proporción áurea. La armonía de las formas caracteriza también el Partenón de Atenas, donde encontramos idéntica proporción entre la altura de las columnas y la del conjunto superior, formado por el friso y el frontón. El escultor griego Fidias,

en honor al cual, como dijimos, el número áureo se conoce por sus iniciales, fue el máximo responsable de dicha construcción y estudió a fondo el asunto de las proporciones, lo que dio como resultado una obra arquitectónica de indiscutible belleza.

De todos los tipos de construcciones, las pirámides son seguramente las que ejercen sobre nosotros un mayor poder de atracción. Esto se debe en parte al simbolismo que encierran y a las leyendas y misterios contruidos en torno suyo. No obstante, su atractivo también reside en su particular geometría, pudiéndose establecer una interesante conexión entre ellas y las nubes de desarrollo vertical.

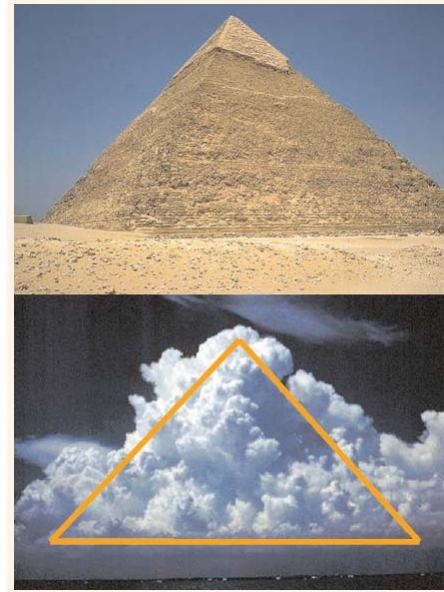
La proporción áurea está presente en todos los poliedros regulares, a través de una larga serie de relaciones numéricas entre sus dimensiones fundamentales. La pirámide de Keops no es una excepción, y a pesar de no ser un tetraedro regular, comparte con el sólido pitagórico el mismo tipo de caras laterales: triángulos equiláteros, cuyas apotemas se relacionan con la altura y la anchura de la pirámide a través de Φ .

Pocas nubes resultan más atractivas a la vista que un cúmulo de gran desarrollo vertical, impulsado hacia arriba por las intensas corrientes convectivas. La belleza de esas formaciones nubosas, en continua transformación, podría deberse a la forma piramidal que adoptan a menudo, ya que justamente es su parte central, donde las térmicas son más intensas, se generan las mayores aceleraciones verticales y la nube alcanza su nivel más alto. En los sectores periféricos del cúmulo, los topos nubosos no alcanzan tanta altura, lo que da como resultado esa forma escalonada tan característica y sugerente.

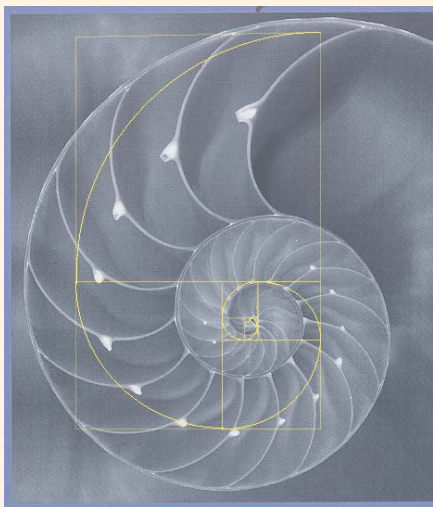
Las bellas formaciones nubosas

Una nube es un buen ejemplo de objeto natural libre de escala. Podemos asociar unas escalas características a determinados elementos de la Naturaleza, tales como un árbol o una persona, de manera que cuando observamos un grupo de árboles o de gente a cierta distancia de nosotros, somos capaces de estimar a qué distancia aproximada se encuentran de nuestra posición, ya que siempre tenemos presente su tamaño como referencia, encargándose automáticamente nuestro cerebro de procesar toda la información.

Sin embargo, cuando volamos en un avión nos resulta imposible determinar la distancia a la que se encuentran las nubes de nosotros, ya que carecemos de referencias de tamaño. No tienen unos tamaños característicos y muestran todas ellas formas semejantes, dentro de su infinita variedad



El crecimiento de un gran cúmulo (abajo) adopta a menudo una forma piramidal, tal y como se puede constatar en esta doble fotografía, lo que da como resultado una proporción siempre agradable a la vista.



La estructura interna de un Nautilus, al igual que el caparazón de los caracoles, se ajusta perfectamente a un rectángulo áureo y a la espiral logarítmica que lleva asociada.

(objetos autosimilares). Son, por tanto, un ejemplo perfecto de fractales, residiendo en este hecho el origen de su belleza. Ahora bien, ¿qué tipos de nubes resultan más bellas?

No es fácil responder a esta pregunta de forma objetiva, ya que cada uno de nosotros tiene sus preferencias en materia nubosa, a pesar de lo cual, existen algunos géneros y, dentro de ellos, algunos rasgos y particularidades que siempre nos llaman la atención, precisamente por su belleza. Elementos como los "ganchos" que rematan a veces los cirros (*Ci uncinus*), los sugerentes *mammatus* que cuelgan del yunque de un cumulonimbo o la forma aerodinámica de una lenticular (*Ac lenticularis*), son algunas de las *delicatessen* con que el cielo nos premia cada cierto tiempo. ¿Comparten todas esas bellas estructuras elementos comunes?

Como primera aproximación al problema, podemos considerar dos grandes mecanismos generadores de belleza en las nubes: **convección** y **rotación** asociada a la ondulatoria.

Las nubes convectivas tienen como dirección principal de crecimiento la vertical y, tal y como comentábamos al final del anterior apartado, adoptan a menudo una forma triangular bien proporcionada. Las formas redondeadas de sus contornos dotan al conjunto de una gran espectacularidad, especialmente en los cúmulos más desarrollados (*Cu congestus*).

Los fenómenos ondulatorios están a menudo presentes en la atmósfera, dando como resultado la formación de bandas nubosas paralelas y equidistantes, de semejantes características. El flujo aéreo a menudo se ve perturbado, generándose trenes de ondas de gravedad que se propagan en la horizontal (el ejemplo más común sería el de las ondas de montaña). También se generan bellas ondulaciones en las interfases nube-aire a consecuencia de una inestabilidad de Kelvin-Helmholtz o, a una escala mayor, en el seno de una capa de nubes, como consecuencia de la interacción del flujo aéreo con el relieve.



Vórtices de Von Karman formados a sotavento de las Islas Canarias, como consecuencia de la interacción del flujo de aire dominante, del NE, con el imponente relieve insular. Las formas redondeadas y su iteración, dotan al conjunto de gran belleza. © Sea WiFS-NASA

Los patrones de repetición en las nubes, y en general en la Naturaleza, imprimen al conjunto de elementos un grado de belleza mayor que el que asignamos al objeto individual. Un cúmulo es bello de por sí, pero la observación de varios de ellos, dispuestos en calles paralelas, nos transmite una mayor sensación de belleza, probablemente a consecuencia del orden alcanzado.

El poder de atracción del hielo

La blancura del tope de un gran cúmulo, con su característica forma de coliflor, tiene su razón de ser en los cristallitos de hielo y los granizos que lo constituyen, dado su elevado poder reflectante, lo que también nos lleva a reflexionar sobre la belleza del hielo en sus múltiples manifestaciones. Una de las

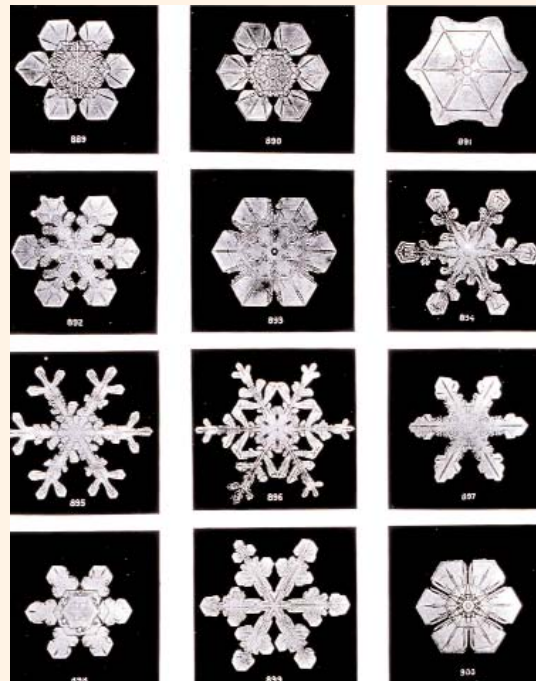


Lámina de 12 estrellas de nieve (números 889 a 900) de la colección particular de Wilson A. Bentley.

claves podría estar en su estructura cristalina, ya que el hielo cristaliza en el sistema hexagonal. De los cinco sólidos pitagóricos, las secciones principales del dodecaedro y del icosaedro son sendos hexágonos irregulares en los que se dan varias relaciones áureas. No obstante, la relación del hielo con Φ no es tan directa como la existente en otros elementos de la Naturaleza, que tienen en el pentágono en vez de en el hexágono su estructura básica. El lado de un pentágono regular es sección áurea de cualquiera de sus diagonales.

El atractivo del hielo se debe en gran parte a las diferentes texturas que presenta, así como a su geometría fractal. En el interior de una nube, los cristales de hielo crecen por sublimación, al captar vapor de agua en su caída, lo que termina formando las espectaculares estrellitas de seis puntas, fotografiadas en detalle por primera vez por el norteamericano Wilson A. Bentley (1865-1931), apodado "Snowflake". Maravillado por la belleza de las delicadas estructuras hexagonales que forma el hielo, dedicó media vida a retratarlas. Fue

pionero en las técnicas de microfotografía, realizando más de 5.000 instantáneas de cristales de hielo, lo que le permitió constatar un hecho bien conocido hoy en día, y es que no existen dos estrellas de nieve iguales.

El comportamiento del hielo todavía está lejos de conocerse en detalle, dadas las particularísimas propiedades que presenta la molécula del agua.

Centrando nuestra atención en la fase sólida de dicha sustancia, sorprende por un lado la forma distinta en que a un cristal de hielo le da por crecer, en función del rango de temperaturas negativas al que nos encontremos. El paso de la fase líquida a la sólida del agua da como resultado la formación de placas hexagonales de hielo de tamaño microscópico, que dan lugar al corazón de las estrellas de seis puntas (dendritas). Dicha forma de crecimiento se detiene por debajo de los $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, y entre esta temperatura y los $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, los cristales de hielo apenas crecen por sus caras laterales, dando como resultado la formación de prismas hexagonales. A temperaturas inferiores, las dendritas vuelven a ser las protagonistas.

¿A qué obedecen estos "saltos" en la forma de crecer un cristal de hielo? Algunos investigadores han llegado a ver en estos comportamientos rasgos comunes con la forma en que se comporta el sistema climático terrestre, y sus transiciones bruscas entre glaciaciones y períodos interglaciares.

Más desconcertante aún es la perfecta simetría, generadora de belleza, observada en las estrellitas de nieve, que nadie hasta la fecha ha conseguido explicar de forma plenamente satisfactoria. El hielo se ramifica de forma idéntica en cada uno de los seis brazos de una dendrita, lo que no es fácil de encajar en una teoría del crecimiento basada únicamente en el rango de temperatura y la distribución y concentración de vapor de agua alrededor de los cristales.

Igual de sugerente e intrigante resulta el gigantesco hexágono del polo norte de Saturno, puesto de manifiesto en unas fotografías captadas a finales de octubre de 2006 por la sonda espacial Cassini. Todo apunta a que tan singular forma geométrica es el resultado de una inusual onda atmosférica planetaria, que se mantiene estacionaria desde hace décadas (las sondas Voyager, en los años 80, ya fotografiaron el misterioso hexágono) sobre latitudes altas del hemisferio norte del planeta de los anillos, a pesar de lo cual, la naturaleza fractal del hielo, podría estar detrás de tan sorprendente descubrimiento.

Conclusiones

Un tema como el de la búsqueda de la belleza en la atmósfera y sus posibles causas, plantea más preguntas que respuestas, quedando necesariamente inconcluso y abierto a todo tipo de nuevos planteamientos y enfoques.

El acercamiento a los aspectos puramente estéticos de la Meteorología abre una nueva vía de exploración de los géneros nubosos y de otros muchos elementos del medio atmosférico, lo que podría convertirse en una interesante herramienta para introducir de forma atractiva la Meteorología a los jóvenes estudiantes y al público en general, tal y como ha podido constatar el propio autor en alguna de sus conferencias.

En el caso concreto de las nubes, aunque el Atlas Internacional de la OMM nos permite identificarlas y saber



Las formas de crecimiento en la Naturaleza comparten numerosos elementos comunes, tal y como ocurre, por ejemplo, con la ramificación del hielo (izquierda) y con un helecho (derecha).

cuáles son sus principales características, sería interesante implantar una especie de "índice de belleza" que permitiera, objetivamente, valorar su aspecto visual. El objetivo final sería la comparación de las nubes o de las formas del hielo con otros objetos de la Naturaleza que compartieran con ellas los mismos índices, lo que podría abrir un nuevo campo de estudio, sin duda apasionante.

Sirva esta pequeña contribución para hacer reflexionar al lector y animarle a que use las páginas de este boletín para expresar su visión particular de la belleza de la atmósfera y cuántas consideraciones y comentarios estime oportunos.



IV Congreso Cubano de Meteorología

Ciudad de La Habana
4 al 8 de diciembre de 2007

La Sociedad Meteorológica de Cuba anuncia la celebración del IV Congreso Cubano de Meteorología. El Comité Organizador tiene el gusto de invitar a todos los profesionales relacionados con la meteorología y la climatología a presentar sus trabajos en las siguientes temáticas:

Variabilidad y Cambio Climático, Química y Contaminación de la Atmósfera, Climatología, Medio Ambiente, El fenómeno de El Niño/La Niña, Física de la Atmósfera, Ciclones Tropicales, Riesgos, vulnerabilidad y mitigación de los desastres meteorológicos, Predicción Meteorológica, Biometeorología, Meteorología Marina, Educación en Meteorología y Medio Ambiente, Meteorología Agrícola, Aplicación de los Sensores Remotos, Meteorología Aeronáutica, Protección Civil, Bases de datos y Sistemas de Información Geográfica, Meteorología y los Medios de Difusión Masiva.

Recepción de resúmenes, hasta el 31 de mayo 2007.
Recepción de trabajos, hasta el 31 de agosto 2007.

Más información en la página web:

<http://www.insmet.cu/sometcuba/default.htm>