

CLIMATOLOGÍA DEL INFRAMUNDO

Julio Solís García
Agencia Estatal de Meteorología
carontesg@gmail.com

RESUMEN: Pequeño, frío y situado a una distancia para nosotros inimaginable, Plutón siempre ha sabido guardar muy bien sus secretos tanto que, hasta el año 2015 solamente se tenía una imagen borrosa de su superficie, con algunos claros oscuros poco definidos y pocos datos, se pensaba que este esquivo planeta, menor que nuestra Luna, no tendría atmósfera ni presentaría actividad geológica. Sin embargo, recientemente se ha producido un hito en la investigación planetaria con la llegada de la sonda espacial de la NASA New Horizons, que ha puesto de manifiesto con sus espectaculares fotografías y registros físico-químicos, que este noveno y último planeta del Sistema Solar hasta el año 2006, y reclasificado como planeta enano a partir de esa fecha, es un mundo sorprendente, dinámico y singular; con temperaturas típicas de $-230\text{ }^{\circ}\text{C}$, notable actividad geológica y criovulcanismo, y cambios estacionales significativos en su tenue atmósfera de nitrógeno ($\sim 90\%$), metano ($\sim 10\%$) y algo de monóxido de carbono. Estos cambios afectan a su albedo durante el recorrido de su órbita que dura 248 años, favoreciendo además la actividad medioambiental observada en su superficie, y que le otorga los característicos colores ocre-rojizos, grises, blancos y amarillentos que se aprecian en las extraordinarias imágenes recibidas.

*Albert Einstein le dijo a Charles Chaplin en una ocasión:
“Lo que he admirado siempre de usted es que su arte
es universal, todo el mundo le comprende y le admira”.
A lo que Chaplin respondió:
“Lo suyo es mucho más digno de respeto, todo el mundo
le admira y prácticamente nadie le comprende”.*

HISTORIA Y MITOLOGÍA

Cuando en febrero de 1930 Clyde William Tombaugh descubrió Plutón, un esquivo puntito en el cielo de magnitud $+14^1$, nada hacía pensar que ese pequeño planeta rocoso y helado, que marcaba el límite del Sistema Solar, pudiera en realidad ser un astro activo que encerraba extraordinarias características singulares, únicas en nuestro sistema planetario.

A pesar de su reducido tamaño (2374 km de diámetro), tiene nada menos que cinco satélites que configuran un sistema ciertamente único, con Caronte, su mayor y principal satélite, con el que forma lo que podría considerarse casi un planeta doble (figura 1), dado el tamaño parecido de ambos, hasta el extremo de que no giran uno respecto al otro, sino

¹ La magnitud visual aparente representa el brillo de las estrellas y demás objetos celestes, la escala original proviene de la antigua Grecia, y se estableció una magnitud $+1$ para las estrellas más brillantes y $+6$ para las más débiles que era capaz de captar el ojo humano a simple vista. En esa escala, Sirio, la estrella más brillante del cielo, tiene una magnitud aparente de $-1,47$, mientras que Venus puede llegar a $-4,4$, la Luna llena a -12 , y el Sol a -27 . En un entorno urbano pueden verse estrellas de magnitud $+3$ o $+4$, y en un cielo oscuro pueden verse hasta de magnitud $+6$. Con un telescopio de 20 cm apenas alcanzaríamos a ver estrellas de magnitud $+13$ en condiciones ideales, el telescopio de 8 m de Mauna Kea (Hawái) alcanza hasta la magnitud $+27$, y el Hubble llega hasta $+32$.



Figura 1. Tamaño relativo de la Tierra, la Luna, Plutón y Caronte.

que lo hacen ambos alrededor de un punto situado entre los dos astros (baricentro), y muestran ambos la misma cara uno respecto al otro, como hicieran dos niños jugando en el patio de un colegio agarrados por las manos girando uno respecto al otro. Alrededor de este baile planetario giran los otros cuatro satélites (Nix, Hidra, Cerbero y Estigia), muy pequeños e irregulares (no esféricos), como espectadores curiosos de la pareja Plutón-Caronte. Los últimos datos indican que Nix podría tener ~ 40 km de “diámetro” (figura 2), Estigia unos 10 km de “diámetro” y todos presentan una rápida rotación y superficies luminosas, brillo que podría deberse a la presencia de hielo.



Figura 2. Nix.

Plutón tiene otras muchas características peculiares, además de su reducido tamaño, también es muy poco denso, menos de la mitad que la Tierra, lo que hace que una persona que pese 70 kg en nuestro planeta, pesaría en Plutón aproximadamente 4 o 5 kg, casi la mitad que en la Luna. También tiene una órbita muy excéntrica e inclinada respecto al plano de la eclíptica, lo que hace que durante su mayor acercamiento al Sol quede por el interior de la órbita de Neptuno, y que recorre en 248 años “terrestres”, tiempo que dura un año “plutoniano”.

Merece la pena señalar el acierto con los nombres que se asignaron al conjunto de Plutón y sus satélites. Plutón, dios romano del inframundo, nombre perfecto para el que fue durante mucho tiempo el último planeta del Sistema Solar, y que daba paso a las tinieblas interestelares, a pesar de que posteriormente se descubrió parte del contenido de esas “tinieblas” con algunos cuerpos similares a Plutón, como el planeta enano Eris, que se mueve entre el cinturón de Kuiper y el disco disperso, y que junto con la nube de Oort conforman las tres acumulaciones de objetos transneptunianos, que mayormente vienen a ser cometas y otros cuerpos rocosos que contienen hielo, metano y amoníaco entre otros elementos y compuestos (la nube de Oort se considera el límite del Sistema Solar, y es una nube esférica de rocas, hielo, núcleos de cometa y asteroides, situados a un año luz del Sol, a una cuarta parte del camino que nos separa de la estrella más cercana, Alfa Centauri).

No pudo ponerse un nombre más adecuado a su gran satélite Caronte (grande en términos relativos) (figura 3), que en la mitología griega era el nombre del barquero que llevaba las almas de los difuntos de una orilla a otra del río Aqueronte (o de la laguna Estigia, según las fuentes), para entregárselas a Hades (Plutón en la mitología romana). Nix, la diosa de la noche; Hidra, serpiente de tres cabezas que custodiaba la entrada en el inframundo; Cerbero, el can de tres cabezas que guardaba la puerta del inframundo para que los muertos no pudieran salir y los vivos no pudieran entrar; y Estigia, diosa del río del mismo nombre que terminaba en el infierno, recrean parte de la mitología griega en este rincón del Sistema Solar, la entrada al inframundo helado.



Figura 3. Caronte.

NEW HORIZONS

Con la llegada a mediados del año 2015 de la nave *New Horizons* de la NASA, se ha descubierto un mundo desconocido ante nuestros ojos hasta la fecha, con imágenes y datos que van arrojando luz acerca de tan apasionante, remoto y helado rincón de nuestro sistema planetario. Plutón tiene una órbita con una excentricidad muy acusada, de 0,244, lo que le lleva a situarse a 4437 millones de kilómetros del Sol en su distancia mínima o perihelio, cuyo último paso por este punto se produjo en el mes de septiembre del año 1989, y a 7376 millones de kilómetros en el momento de mayor alejamiento o afelio, lo que significa que en su mayor acercamiento se encuentra a casi 20 veces la distancia de la Tierra al Sol² más cerca que en su afelio. Si la órbita de la Tierra tuviera esa excentricidad, en enero estaría cerca de la órbita de Venus (a unos 5 millones de km de la misma), y en el mes de julio

² La distancia de la Tierra al Sol se denomina en astronomía unidad astronómica (UA), y equivale a 149,6 millones de kilómetros.

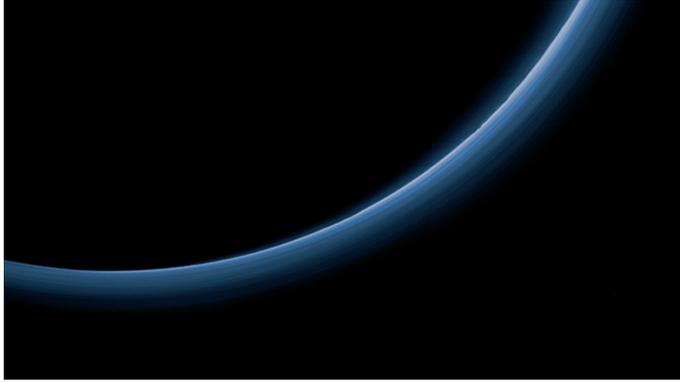


Figura 4. Capas de la atmósfera de Plutón.

en las proximidades de la órbita de Marte (le quedarían unos 20 millones de km para alcanzarla), lo que afectaría de manera dramática al clima terrestre. Esta alta excentricidad provoca en Plutón cambios estacionales, aunque de menor entidad, dada la enorme lejanía del Sol, la poca consistencia de su atmósfera y las gélidas temperaturas incluso en su perihelio (figura 4). Durante su largo invierno, que dura más de cien años, la atmósfera de Plutón se congela y colapsa, reduciéndose a una

gélida neblina apenas perceptible, no olvidemos que estamos hablando de una temperatura superficial de -240°C , apenas 33 grados por encima del cero absoluto. En el “verano”, la tenue y extensa atmósfera de Plutón muestra hasta 12 capas neblinosas diferenciadas a lo largo de sus más de 100 km de extensión, compuesta por nitrógeno molecular ($\sim 90\%$), metano ($\sim 10\%$), monóxido de carbono, y trazas de acetileno, etileno, y etano, a una presión en superficie de 10 microbares, y con un característico color azul resultado de la dispersión de la luz solar por las partículas que componen tan exigua atmósfera.

Plutón gira sobre sí mismo en algo más de seis días y su eje de rotación tiene una inclinación sobre el plano de su órbita de 122° , a pesar de lo cual los mayores cambios de temperatura en su superficie se deben a su mayor o menor alejamiento del Sol durante el recorrido de su órbita. Hemos tenido la suerte de que en el momento de la llegada de la nave *New Horizons* el planeta se encontrara más cerca de su perihelio que de su afelio, permitiendo así la observación y estudio de su atmósfera, que de otra forma hubiera desaparecido casi completamente (figura 5). La sonda que, aparte de sus instrumentos científicos, lleva como pasajero al descubridor de Plutón, Clyde Tombaugh (o mejor dicho, sus cenizas, dado que el astrónomo falleció en 1997), está enviando un torrente de información cuyo análisis y estudio llevará años al equipo científico de la misión, sin embargo las imágenes e información recibidas hasta el momento ya han aportado importantes datos y sensacionales instantáneas que quedarán en los libros de historia de la astronomía³.



Figura 5. Atmósfera de Plutón.

³ Debido a las enormes distancias y a la limitada potencia de la antena de radio, solamente se ha recibido el 20 % de los datos recogidos hasta el momento presente.

Los investigadores de la misión *New Horizons* han puesto de manifiesto, de manera preliminar, sus primeras impresiones derivadas de los datos e imágenes recibidos, empezando por los tonos ocre-rojizos de buena parte de su superficie, que podrían deberse a la presencia de tolinas, moléculas ricas en nitrógeno que podrían formarse por la acción de los rayos ultravioletas del Sol y por los rayos cósmicos con el metano, en el seno de un ambiente nitrogenado.

Con la aproximación de la sonda quedaron ante nuestros ojos, con asombroso detalle, las magníficas montañas heladas, las corrientes de nitrógeno solidificado por el intenso frío,

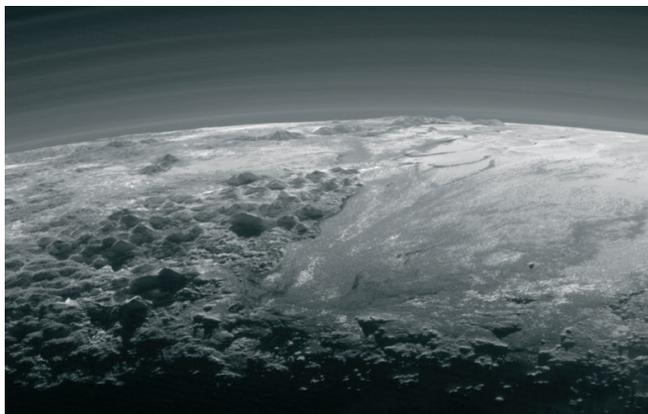


Figura 6. Montes Norgay y Hillary, y la llanura helada Sputnik Planum.

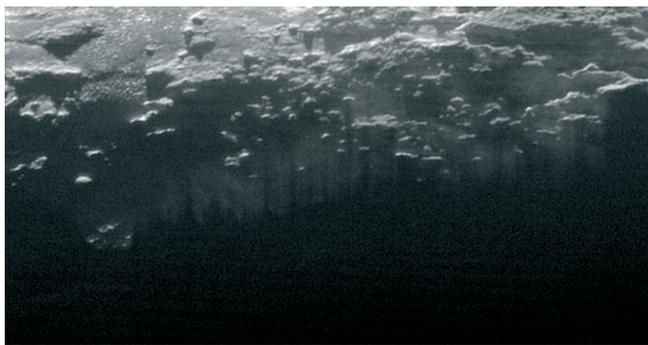


Figura 7. Nieblas a la puesta de Sol.

zón, que se ha hecho característica de la imagen de Plutón que todo el mundo conoce. La región que se extiende a su derecha, tierras altas de un color blanco brillante, puede estar recubierta por nitrógeno helado arrastrado por la atmósfera desde la llanura adyacente, o evaporado desde la misma y depositado posteriormente en dicha zona alta y escarpada. También se han podido apreciar glaciares fluyendo desde estas tierras altas hacia la llanura Sputnik, lo que se asemejaría bastante a las corrientes congeladas en los márgenes de

y las abundantes nieblas bajas, que podrían recordar de alguna manera a nuestro familiar Ártico. Las montañas pueden alcanzar hasta 3500 metros de altura, como se muestra en la figura 6, en la que aparecen los Montes Norgay en primer plano, en la zona escarpada situada al oeste (izquierda) de la llanura helada Sputnik Planum, y los Montes Hillary cerca del horizonte. A la derecha, al este de la llanura Sputnik se aprecia un terreno rugoso cortado por claros glaciares. En esta fotografía de alta resolución, y en la figura 7, que es una ampliación de la zona inferior derecha de la anterior, pueden apreciarse, gracias al oportuno contraluz, algunos detalles de las nieblas, apreciándose al menos un banco de ellas y bajas neblinas a ras de suelo, cortadas por las sombras paralelas de algunas colinas y pequeñas montañas iluminadas por la luz crepuscular del Sol al igual que las nieblas en las que se proyectan las sombras. El ancho de la foto abarca 185 km (figura 7).

Sputnik Planum es el nombre con el que se conoce la zona lisa y con forma de bombilla o cora-



Figura 8. Plutón con la característica *Sputnik Planum*.

los casquetes de hielo de Groenlandia y Antártida. Los científicos de la misión *New Horizons* no esperaban encontrar un ciclo hidrológico basado en el nitrógeno en los remotos confines del Sistema Solar (figura 8). Aunque no está claro el origen de la actividad geológica, parece verosímil que la débil luz solar sea el motor de dicho ciclo, equivalente de alguna forma al ciclo hidrológico que alimenta las capas de hielo de la Tierra, donde el agua se evapora de los océanos, depositándose en forma de nieve en las zonas polares, y volviendo a los mares a través del flujo glacial. Plutón es sorprendentemente parecido a la Tierra a este respecto, según las propias palabras de Alan Stern, director del equipo científico de la misión. Igualmente,

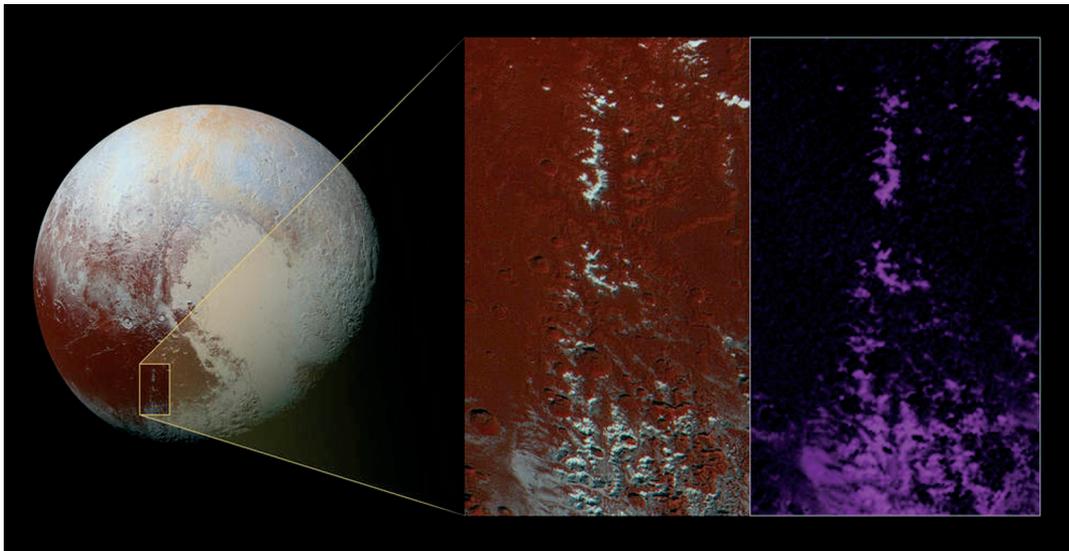


Figura 9. Cimas nevadas en las cordilleras de *Cthulhu Regio*.

se han encontrado evidencias de una corteza de agua helada y de fenómenos erosivos cuyo origen parece estar en los procesos geológicos como la convección de hielo, flujos de glaciares, transporte de compuestos volátiles y rachas de viento.

Otra zona que ha llamado la atención de los investigadores es la denominada *Cthulhu Regio* (figura 9), con una extensión de 3000 km de largo y 750 km de ancho, al oeste de la gran llanura helada de nitrógeno *Sputnik Planum*, en ella aparecen una serie de cadenas montañosas cubiertas de nieve, que contrasta claramente con su oscuro

entorno seguramente cubierto por las mencionadas tolinas (complejas moléculas que se forman cuando el metano está expuesto a la luz ultravioleta solar, y que adquieren un tono rojo oscuro). El equipo científico piensa que esa nieve que cubre las cimas de las montañas podría ser predominantemente metano que se ha condensado en forma de hielo, y que podría comportarse en Plutón de manera similar a como lo hace el agua en la atmósfera de la Tierra, condensándose como hielo a grandes alturas.

También se han obtenido imágenes de lo que podrían ser criovolcanes, es decir, volcanes hechos de hielo que rezuma o rebosa del interior del planeta. De ser así, todo apunta a la existencia de alguna fuente de calor interna, como por ejemplo calor residual de elementos radiactivos presentes en las rocas, que en algún momento pasado impulsó la fusión de algunos depósitos de hielos interiores de nitrógeno y metano, y que posteriormente erupcionaron a la superficie. Estos criovolcanes podrían suponer un mecanismo de rejuvenecimiento y reposición de estos hielos inestables y volátiles, que subliman fácilmente pasando a la tenue atmósfera, y que finalmente acaban perdiéndose en el espacio.

Los dos candidatos más firmes a ser criovolcanes, elegidos por el equipo investigador de la misión *New Horizons*, han recibido la denominación provisional de Monte Wright y Monte Piccard, con bordes de 150 km de ancho y que se elevan hasta 5 km sobre la superficie, situados al suroeste de Sputnik Planum, el corazón brillante de Plutón (figura 10). Las erupciones de estos criovolcanes no tendrían ningún parecido a las que se producen en nuestro planeta, sería más como la expulsión de un fluido helado, como si fuera pasta de dientes, compuesto sobre todo por hielo de agua fundida acompañada por nitrógeno y metano que podrían salir en forma de gas.

Respecto a la atmósfera, el equipo científico dirigido por Alan Stern publicó en la revista *Science* el sorprendente resultado de sus preliminares estudios al respecto, que señalan que la misma actúa como refrigerante, evitando la pérdida acelerada de nitrógeno. Todos los planetas pierden una pequeña parte de sus atmósferas al perderse por el espacio algunas moléculas de gas que se calientan lo suficiente como para alcanzar la velocidad de escape, sin embargo, los datos suministrados por la *New Horizons* ponían de manifiesto una pérdida muchísimo menor de la esperada, debido a un alto enfriamiento en su atmósfera. La atmósfera de Plutón ha resultado ser más fría y compacta de lo que se esperaba, actuando algunas de las partículas de su gruesa capa neblinosa (quizá

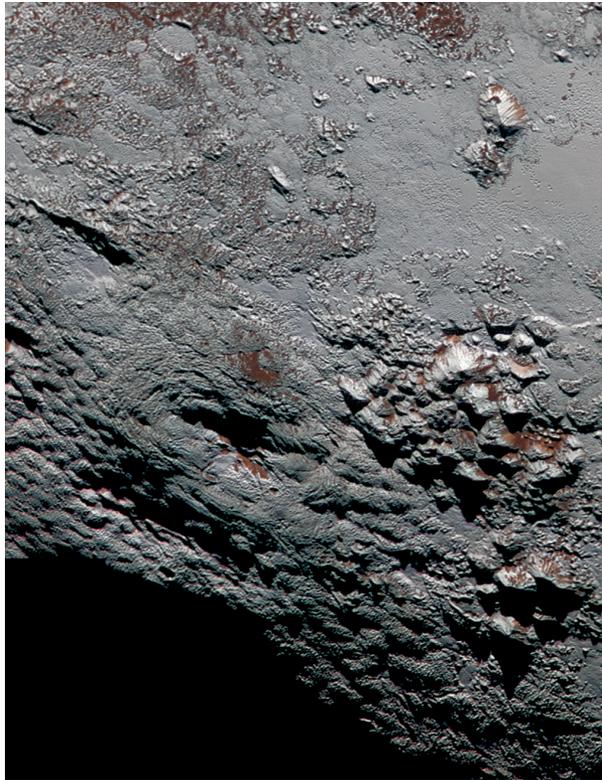


Figura 10. Criovolcán, Monte Wright.



Figura 11. Neblinosa atmósfera de Plutón.

algunos hidrocarburos, o el cianuro de hidrógeno que es un refrigerante eficiente detectado recientemente en su atmósfera) como refrigerantes que absorben parte de la energía solar que de otra manera podría calentar las moléculas de nitrógeno gaseoso de la propia atmósfera. Sea como fuere, la neblinosa y fría atmósfera (figura 11) podría ayudar a explicar por qué se mantienen grandes extensiones de nitrógeno helado como la Sputnik Planum, que solamente habría perdido 6 cm de espesor en su capa de nitrógeno helado en los 4560 millones de años de “vida” del planeta.

La misión *New Horizons* no ha acabado todavía, en estos momentos la nave sigue su camino hacia el cinturón de Kuiper a 54 000 km/h, desde donde enviará información de su siguiente

objetivo, el MU69 2014, un pequeño objeto de 50 km de diámetro, con quien espera encontrarse en el año 2019.

REFERENCIAS Y CONSULTAS

- <http://hipertextual.com/2015/10/pluton-new-horizons-primeros-resultados>
- <https://www.sciencemag.org/tags/pluto>
- <http://www.sondasespaciales.com/portada/2015/09/new-horizons-nos-manda-la-que-posiblemente-sea-la-foto-mas-impresionante-de-la-historia-de-la-exploracion-espacial/>
- <http://www.nasa.gov/feature/pluto-wows-in-spectacular-new-backlit-panorama>
- <https://www.nasa.gov/feature/methane-snow-on-pluto-s-peaks>
- https://www.nasa.gov/mission_pages/newhorizons/images/index.html
- <http://www.elmundo.es/ciencia/2015/07/14/559fd84622601d5a648b4584.html>
- <http://solarviews.com/span/pluto.htm>
- https://es.wikipedia.org/wiki/New_Horizons
- https://es.wikipedia.org/wiki/Plut%C3%B3n_%28planeta_enano%2
- <http://danielmarin.naukas.com/2015/11/09/los-volcanes-de-hielo-de-pluton/>
- http://danielmarin.naukas.com/2016/03/26/los-cambios-climaticos-de-pluton-o-cuando-el-planeta-enano-tuvo-rios-y-lagos-de-nitrogeno/?utm_source=feedly&utm_medium=rss&utm_campaign=los-cambios-climaticos-de-pluton-o-cuando-el-planeta-enano-tuvo-rios-y-lagos-de-nitrogeno

Créditos de todas las imágenes de este artículo: NASA/JHUAPL/SWRI.