

Actual



CIENCIA HOY

Por el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC)

Destellos luminosos desde las alturas

El enigmático mundo de los Eventos Luminosos Transitorios, causados por la actividad eléctrica de una tormenta

A. Luque, J.Sánchez del Río, F.J. Gordillo Vázquez

En la noche del 5 al 6 de julio de 1989, un grupo de investigadores de la Universidad de Minnesota (E.U.U.), dirigidos por John R. Winckler, probaba una cámara que iba a ser instalada en un cohete para estudiar la atmósfera. Por azar apuntaron la cámara hacia un fragmento claro del cielo sin dar importancia a que bajo él, en el horizonte, se vislumbraban las nubes de una tormenta cientos de kilómetros al norte. Dos fotografías de su grabación (ver imágenes) iniciaron una línea de investigación que ha cambiado nuestra visión de la mesosfera, la capa de la atmósfera situada entre 50 y 100 kilómetros de altura. Antes tenida por una capa más bien inerte y carente de fenómenos físicos relevantes, la mesosfera ha pasado a ser vista como el territorio en el que habita una multitud de seres empentados con los rayos de una tormenta. Estos fenómenos se conocen genéricamente con el nombre de Eventos Luminosos Transitorios (TLEs, según sus siglas inglesas) y consisten en breves emisiones luminosas en la alta atmósfera causadas por la actividad eléctrica de una tormenta.

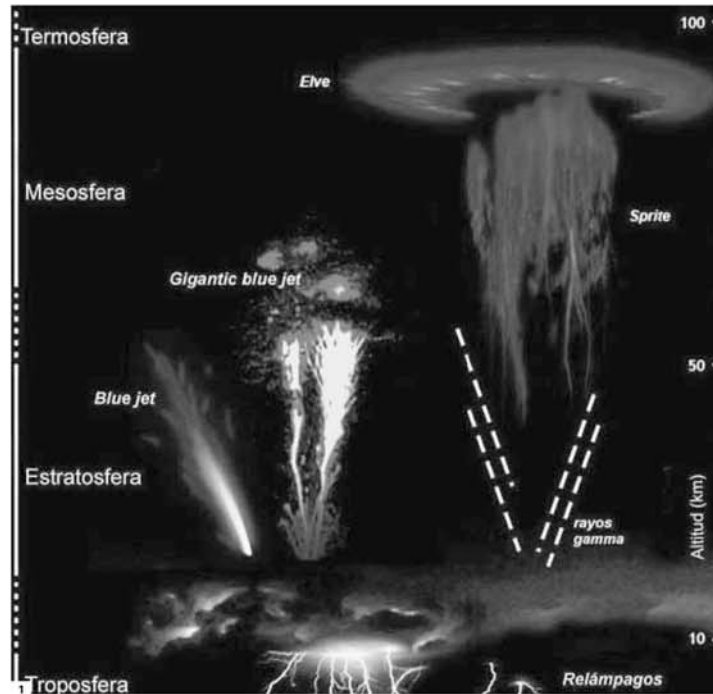
Lo que Winckler y sus colaboradores observaron fue un espécimen de la especie más común de TLEs: los *sprites*. Se trata de descargas eléctricas que duran centésimas de segundo, se extienden desde los cuarenta hasta casi

Estudio de los TLEs en el Instituto de Astrofísica

La Agencia Espacial Europea (ESA) lanzará en 2014 la misión ASIM (Atmosphere Space Interaction Monitor), que se colocará en el módulo Columbus de la estación espacial internacional. En la actualidad, cinco instituciones españolas (CSIC, INTA, UPC, UV y URJC) forman parte del equipo científico internacional de ASIM. El grupo ASIM del CSIC se encuentra en el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC) y está liderado por el Dr. F. J. Gordillo-Vázquez. En este contexto, el grupo del IAA ha desarrollado herramientas de simulación para entender la química atmosférica inducida por *sprites* y otros TLEs, así como la electrodinámica de *streamers* asociados a *sprites* en la mesosfera terrestre. Por otro lado, el grupo del IAA también ha diseñado, desarrollado y construido el prototipo del instrumento Sprite Etalon Spectrograph (SES) que permitirá hacer espectroscopia de alta



resolución espectral de *sprites* desde observatorios terrestres lo cual, aparte de complementar las medidas y observaciones de ASIM desde el espacio, esperamos nos permita conocer nuevas propiedades de los *sprites* y su influencia en la atmósfera circundante.



cien kilómetros sobre el suelo y tienen unas decenas de kilómetros de grosor. Los *sprites* se inician por la carga eléctrica que permanece en una nube de tormenta tras una descarga intensa entre la nube y el suelo, y se trata de un fenómeno algo complejo. Fijémoslo por ejemplo en su estructura: la parte superior del *sprite*, a partir de unos ochenta o noventa kilómetros, es una descarga difusa pero su parte inferior presenta 'tentáculos', o decenas de filamentos de entre diez y cien metros de grosor. Técnica-mente, esos tentáculos se conocen como *streamers*, y son delgados filamentos de gas ionizado (plasma) que suelen preceder a las descargas eléctricas. Un gas ionizado es un buen conductor de la electricidad y es sabido que un conductor acabado en punta acrecienta el campo eléctrico en torno a esta. Este es el truco que los *streamers* emplean para, una vez iniciados,

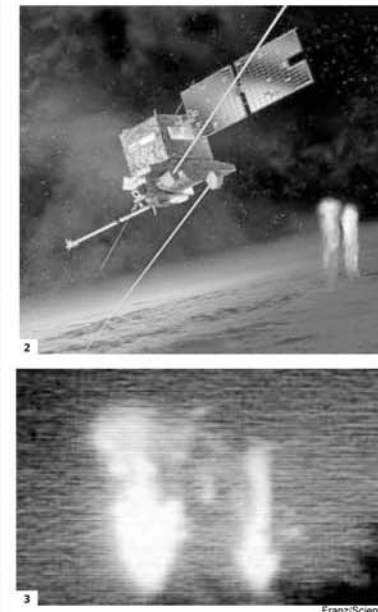
propagarse en campos eléctricos no muy altos: solo necesitan un campo alto en el volumen cercano a su punta, en el que los electrones se multiplican generando nueva ionización y contribuyendo al avance del *streamer*.

Familia numerosa

La familia de los TLEs no se reduce a los *sprites*. En los últimos años los investigadores han descubierto una multitud de fenómenos luminosos en la alta atmósfera asociados con tormentas.

Los TLEs del tipo *Halo* en ciertas ocasiones se han visto coincidir con la aparición de *Sprites*. Los *Halos* tienen un aspecto difuso, suelen aparecer entre setenta y cinco y ochenta kilómetros de altura y pueden alcanzar una anchura cercana a los cincuenta kilómetros y una duración entre uno y diez milisegundos. Los *Elves* son otro tipo de TLE con estructura en forma de

donut de aspecto difuso que han sido observados entre noventa y cien kilómetros de altura con anchuras de entre los cien y los trescientos kilómetros. Los *Elves* se caracterizan por su expansión lateral y destacan por ser el tipo de TLE de más corta duración (entre uno y cinco milisegundos). A diferencia de los *Sprites*, *Halos* y *Elves*, los TLEs más observados hasta la fecha, los *Blue Jets* y *Giant Blue Jets* son, a pesar de su larga duración (varios cientos de milisegundos), los tipos de TLE menos observados. Tanto los *Blue Jets* como los *Giant Blue Jets* se caracterizan por originarse justo encima de grandes nubes de tormenta (a unos diez kilómetros de altura), por tener un aspecto filamentosos y por su característico movimiento ascendente hasta los treinta o cuarenta kilómetros de altura en el caso de los *Blue Jets*, y hasta los setenta kilómetros en los *Giant Blue Jets*.



1. Tipos de TLEs más frecuentes. Los *Sprites* son los más comúnmente observados. Los nombres de algunos fueron tomados de 'El Sueño de una Noche de Verano' de Shakespeare, evocando su naturaleza esquiva y misteriosa. 2. Concepción artística de un TLE visto desde el espacio (fuente: CNES). 3. Primera foto de un TLE tomada en Minnesota en 1989.

¿Por qué investigarlos?

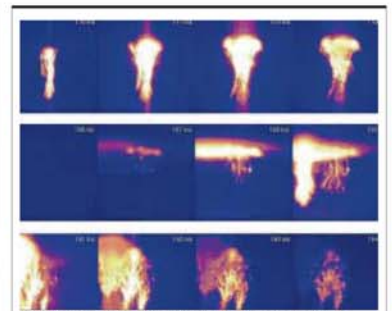
Los TLEs son bellos fenómenos y se suele hablar de ellos como de 'fuegos artificiales'. Pero no es sólo su valor estético lo que interesa a los investigadores. El primer atributo que hace interesantes a los TLEs es el espacio en el que habitan. Como hemos mencionado antes, la mesosfera recíbia hace años escasa atención de los geofísicos. Es difícil investigar un rango de alturas en el que la atmósfera es demasiado tenue para sostener un globo sonda pero demasiado espesa para que orbite un satélite. Es por eso que, hasta el descubrimiento de Winckler en 1989, pocos habían prestado atención a la mesosfera, a la que aún hoy muchos llaman 'ignosfera'. Los TLEs son un regalo de la naturaleza a los investigadores: cada vez que se produce un TLE, este nos revela algo sobre la mesosfera mediante emisiones luminosas que

podemos observar desde tierra o desde satélites a gran altura. Algunos investigadores han postulado que los TLEs existen también en otros mundos del Sistema Solar como Júpiter, Saturno, Venus y Titán, en los que ya sabemos que hay tormentas eléctricas. En

UN 'REGALO'

Cuando se produce un TLE revela algún dato sobre la mesosfera mediante emisiones luminosas

tal caso la detección de TLEs podría convertirse en una herramienta fundamental para el estudio de atmósferas extraterrestres. Otro asunto de interés para los científicos es el papel que juegan los TLEs en el llamado circuito eléctrico global. Puesto que los ra-



Fuente: H.C. Stenbaek-Nielsen and M.G. McHarg (Univ. Alaska).

La complejidad de un Sprite, fotograma a fotograma

Los 'sprites' son el tipo más estudiado de TLEs. En estas secuencias temporales se aprecia la complejidad del fenómeno. Los fotogramas están tomados con una cámara de alta velocidad que toma mil fotografías por segundo y muestran una porción de la alta atmósfera a alturas de entre cuarenta y cien kilómetros. En la secuencia superior vemos el desarrollo de un 'sprite' generado por el rayo de una tormenta que queda debajo de la porción de cielo que se muestra. En el 'sprite' se observa una característica región de luminosidad difusa a gran altura y, bajo ella, una multitud de fila-

mentos luminosos. Tras algunas milésimas de segundo las emisiones temporales se desvanecen y el cielo vuelve a su oscuridad habitual. Sin embargo, en la segunda secuencia vemos los efectos de una segunda descarga de la tormenta que inicia un 'sprite' a la izquierda del anterior. El primer 'sprite' revive con la segunda descarga; fragmentos del mismo se encienden de nuevo y de ellos nacen nuevos filamentos. De estas observaciones los investigadores han concluido que las perturbaciones en la atmósfera producidas por un 'sprite' duran bastante más que la emisión de luz.

mo afectan los TLEs a las concentraciones de óxidos de nitrógeno y otros compuestos que juegan un papel relevante en los ciclos catalíticos que afectan a la concentración de ozono en la estratosfera.

El futuro de los TLEs

Recientemente se han cumplido veinte años de aquellas primeras observaciones de TLEs realizadas por Winckler y su equipo. En este tiempo hemos aprendido mucho sobre la naturaleza de estos fenómenos y, gracias a ello, entendemos mejor la física de las capas altas de la atmósfera.

Dado que estas dos décadas han estado repletas de sorpresas, es difícil prever qué traerá el futuro. Sin embargo, dada la multitud de interrogantes abiertos y la próxima puesta en marcha de varios observatorios espaciales, sí anticipamos que los TLEs seguirán dando que hablar al menos otros veinte años.