

Resumen

Título: ELVES: Fenómenos Luminosos Transitorios de la alta Atmósfera

Autora: Adriana Carolina Vásquez Ramírez¹

Directores: Luis A. Núñez¹, Enrico Arnone² y Roberto Mussa³

¹ Escuela de Física, Universidad Industrial de Santander

² Departamento de Física, Universidad de Turín

³ Instituto Nacional de Física Nuclear, Sección de Turín

Los Eventos Luminosos Transitorios (TLE) de la alta atmósfera son emisiones cortas de luz que ocurren encima de las tormentas eléctricas, originados por las descargas que se generan entre las nubes o entre las nubes y el suelo. Estos fenómenos se empezaron a detectar desde 1990 [1] y hasta ahora se reportan los siguientes: *Sprites*, *Blue Starters* o *glimpses*, *Blue Jets*, *Jets Gigantes*, ELVES y Halos. Asimismo, se han observado Destellos de Rayos Gamma Terrestres (TGF) pero su relación con los TLE no se entiende por completo [2]. Los ELVES son emisiones de luz difusa en forma de disco, que se producen cuando el pulso electromagnético de una descarga eléctrica intersecta la ionosfera. Estos fenómenos ocurren con más frecuencia que los demás TLE [3]. Además, son imperceptibles al ojo humano debido a su bajo brillo y corta duración (~ 1 ms), por lo que generalmente se detectan con cámaras de alta velocidad y arreglos de fotómetros o fotomultiplicadores, con resoluciones temporales del orden de los μ s [4]. Los programas más recientemente diseñados para la observación de los ELVES desde la atmósfera son el *Firefly* [5] y el ASIM [6]. Por otro parte, el Observatorio Pierre Auger, diseñado para el estudio de Rayos Cósmicos de ultra alta energía, en el 2005 detectó por accidente un ELVES [4], por lo que comenzó a explotar las características de su Detector de Fluorescencia para el estudio de estos fenómenos [7, 8]. En esta monografía se presenta la evolución de la detección y el estudio de los ELVES. Debido a la mejoría de la sensibilidad de los detectores, se ha pasado de capturarlos como un brillo difuso en el cielo [9], hasta medir la expansión lateral rápida de su luminosidad [10]. Asimismo, se han descubierto estructuras de múltiples pulsos en sus trazas fotométricas [11, 7, 8], cuyo análisis puede contribuir a entender mejor los procesos de los rayos que los producen. Sin embargo, quedan temas en discusión sobre la fenomenología de los ELVES y su relación con otros fenómenos como los TGF [2], por lo que es necesario seguir ampliando la base de datos y profundizar en el análisis de estos fenómenos.

Bibliografía

- [1] RC Franz, RJ Nemzek, and JR Winckler. Television image of a large upward electrical discharge above a thunderstorm system. *Science*, 249(4964):48–51, 1990.
- [2] Torsten Neubert, Nikolai Østgaard, Victor Reglero, Olivier Chanrion, Matthias Heumesser, Krystallia Dimitriadou, Freddy Christiansen, Carl Budtz-Jørgensen, Irfan Kuvvetli, Ib Lundgaard Rasmussen, et al. A terrestrial gamma-ray flash and ionospheric ultraviolet emissions powered by lightning. *Science*, 367(6474):183–186, 2020.
- [3] Alfred B Chen, Cheng-Ling Kuo, Yi-Jen Lee, Han-Tzong Su, Rue-Ron Hsu, Jyh-Long Chern, Harald U Frey, Stephen B Mende, Yukihiro Takahashi, Hiroshi Fukunishi, et al. Global distributions and occurrence rates of transient luminous events. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 113(A8), 2008.
- [4] R Mussa, G Ciaccio, Pierre Auger Collaboration, et al. Observation of elves at the pierre auger observatory. *The European Physical Journal Plus*, 127(8):94, 2012.
- [5] Douglas E Rowland, Joanne Hill, Paulo Uribe, Jeffrey Klenzing, Floyd Hunsaker, Maxwell Fowle, Ken Simms, Holly Hancock, Mark Saulino, David Guzman, et al. The nsf firefly cubesat mission: Rideshare mission to study energetic electrons produced by lightning. In *2011 Aerospace Conference*, pages 1–12. IEEE, 2011.
- [6] Torsten Neubert, Nikolai Østgaard, Victor Reglero, Elisabeth Blanc, Olivier Chanrion, Carol Anne Oxborrow, Astrid Orr, Matteo Tacconi, Ole Hartnack, and Dan DV Bhandari. The asim mission on the international space station. *Space Science Reviews*, 215(2):26, 2019.
- [7] R Mussa. Analysis of elves at the pierre auger observatory. In *EPJ Web Conf.*, volume 197, page 03004, 2019.
- [8] A Aab, P Abreu, M Aglietta, IFM Albuquerque, JM Albury, I Allekotte, et al. A three year sample of almost 1600 elves recorded above south america by the pierre auger cosmic-ray observatory. *Earth and Space Science*, page e2019EA000582, 2020.
- [9] WL Boeck, O_H Vaughan Jr, R Blakeslee, B Vonnegut, and M Brook. Lightning induced brightening in the airglow layer. *Geophysical research letters*, 19(2):99–102, 1992.
- [10] US Inan, Christopher Barrington-Leigh, S Hansen, VS Glukhov, TF Bell, and R Rairden. Rapid lateral expansion of optical luminosity in lightning-induced ionospheric flashes referred to as ‘elves’. *Geophysical Research Letters*, 24(5):583–586, 1997.
- [11] RT Newsome and US Inan. Free-running ground-based photometric array imaging of transient luminous events. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 115(A7), 2010.