

La astronomía de rayos gamma apareció como el medio a través del cual buscar la respuesta al problema del origen de los rayos cósmicos. Los rayos cósmicos pueden ser partículas cargadas (electrones, protones, núcleos pesados...), o bien fotones. Dado que los fotones no tienen carga eléctrica, los campos magnéticos interestelares no los desvían en su camino hacia nosotros, de forma que proporcionan información directa del lugar de donde proceden.

Resultados más importantes de la tesis e impacto de los mismos

La Tesis contiene ciertos estudios relacionados con la difusión de rayos cósmicos. Uno de los aspectos más llamativos de los estudios sobre emisión difusa es que ciertas características espectrales pueden ser útiles a la hora de identificar los mecanismos que subyacen en la producción de rayos gamma. En otras palabras, ayudan a distinguir el tipo de acelerador y qué propiedades tiene la difusión y propagación de rayos cósmicos.

En ese sentido, cabe resaltar los resultados de los modelos presentados en la Tesis. En el caso de los estudios fenomenológicos del entorno del remanente de supernova (SNR) IC 443, destaca la explicación del desplazamiento de las fuentes detectadas a alta y muy alta energía: se genera dicho desplazamiento debido a las diferentes propiedades del espectro de protones en diferentes localizaciones al difundirse los rayos cósmicos por el medio. A la luz de las últimas observaciones, el modelo explica satisfactoriamente un escenario donde los rayos cósmicos más energéticos se difunden más rápido y llegan a la gran nube molecular situada delante, y los menos energéticos aún no han abandonado las inmediaciones del SNR.

En cuanto al modelo multi-mensajero de la galaxia con estallido de formación estelar publicado a principios de 2009, ha resultado satisfactoriamente validado por observaciones recientes de rayos gamma en dos rangos de energías (por encima de 100 MeV y 100 GeV). El modelo, que ya era consistente a lo largo de todo el espectro electromagnético y tenía en cuenta todos los procesos leptónicos y hadrónicos (incluyendo además la producción de partículas secundarias), explica razonablemente bien las detecciones de las galaxias M82 y NGC 253 realizadas por el satélite Fermi y los experimentos en tierra H.E.S.S. y VERITAS en la segunda mitad del mismo año.

Futuras líneas de actuación

Todos los resultados anteriores fueron explorados con simulaciones realizadas para la siguiente generación de los telescopios Cherenkov, CTA. El experimento ha superado su fase inicial de diseño y está entrando en la de desarrollo, donde las simulaciones realizadas ayudarán a definir dónde reside el mayor puntal científico a explotar en el futuro.

Otro de los retos consistirá en ampliar la validez de ambos modelos en un mayor número de objetos de similares características (p.ej., otras SNRs o regiones extragalácticas con una alta tasa de formación estelar, como 30Dor en LMC). Para ello, será necesaria la coordinación con equipos científicos que trabajen en radio, infrarrojo y

rayos X, para cubrir satisfactoriamente todo el espectro electromagnético, y dar una explicación global a todos los fenómenos de difusión de partículas.

Publicaciones derivadas de la tesis

"*Gamma ray signatures of cosmic ray acceleration, propagation, and confinement in the era of CTA*" (2012) F. Acero , A. Bamba, S. Casanova, E. de Cea , E. de Oña Wilhelmi, S. Gabici, Y. Gallant, D. Hadasch, A. Marcowith , G. Pedalletti , O. Reimer, M. Renaud , D. F. Torres, F. Volpe , for the CTA collaboration. Submitted to *Astroparticle Physics*

"MAGIC upper limits of two Milagro-detected, Bright Fermi sources in the region of SNR 65.1+0.6" (2010), *MAGIC Collaboration (E. de Cea is corresponding author)*, *Astrophysical Journal* 725 [arXiv:1007.3359v1]

"The GeV to TeV connection in the environment of SNR IC 443" (2010) *D. F. Torres, A. Y. Rodríguez Marrero & E. de Cea del Pozo*, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 408 [arXiv:1006.2963v1]

"Model analysis of the very high energy detections of the starburst galaxies M82 and NGC 253" (2009) *E. de Cea del Pozo, D. F. Torres, A. Y. Rodríguez Marrero & O. Reimer*, 2009 Fermi Symposium, eConf Proceedings C091122 [arXiv:0912.3497v2]

"*Multi-messenger model for the starburst galaxy M82*" (2009) *E. de Cea del Pozo, D. F. Torres and A. Y. Rodríguez Marrero*. *Astrophysical Journal* 698, 1054

"*Diffusion of Cosmic Rays and the Gamma-Ray Large Area Telescope: Phenomenology at the 1-100 GeV Regime*" (2008) *A. Y. Rodríguez Marrero, D. F. Torres, E. de Cea del Pozo, O. Reimer and A. N. Cillis*. *Astrophysical Journal* 689, 213

"*MAGIC J0616+225 as delayed TeV emission of cosmic rays diffusing from the supernova remnant IC 443*" (2008) *D. F. Torres, A. Y. Rodríguez Marrero and E. de Cea del Pozo*. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters* 387, L59