



## Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

<b>Tutor:</b>	Antonio Bueno Villar
<b>Departamento y Área de Conocimiento:</b>	Departamento de Física Teórica y del Cosmos (Área de Física Teórica)
<b>Cotutor/a:</b>	
<b>Departamento y Área de Conocimiento:</b>	

<b>Título del Trabajo:</b>	<i>La medida de la energía en rayos cósmicos ultra energéticos: determinación de la distancia óptima para datos de detectores de superficie.</i>
----------------------------	--

<b>Tipología del Trabajo:</b> (Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)	( Marcar con X)	1. Revisión bibliográfica		4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio	
		2. Estudio de casos teórico-prácticos	X	5. Elaboración de un proyecto	
		3. Trabajos experimentales		6. Trabajo relacionado con prácticas externas	

### Breve descripción del trabajo:

*Un rayo cósmico ultraenergético (por encima de  $10^{18}$  eV) crea cascadas de millones de partículas al atravesar la atmósfera. Dichas cascadas producen señales en el suelo que se extienden en áreas de varias decenas de kilómetros cuadrados. Partículas primarias, con la misma energía, producen señales en el suelo que varían respecto al eje de la cascada. Dichas fluctuaciones, inherentes a estas cascadas, complican la medida de la energía del rayo cósmico primario cuando se utilizan detectores de superficie. Nuestro objetivo es determinar si existe una distancia al eje de la cascada, tal que las fluctuaciones sean mínimas. Estimando la señal medida a esa distancia esperamos obtener un observable que nos permita medir con la precisión requerida la energía inicial. Para ello utilizaremos los datos registrados por el detector Pierre Auger. Vamos a estudiar cómo esta distancia depende de la separación entre detectores, su dependencia con la partícula primaria que creó la cascada. Estudiaremos también si dicho parámetro depende del tiempo de funcionamiento de los detectores, pues vamos a trabajar con datos que se han recogido durante más de una década de funcionamiento de los instrumentos de medida.*

### Objetivos planteados:

- Encontrar un parámetro que minimice el efecto de las fluctuaciones cuánticas en la medida de la energía de los rayos cósmicos por encima de  $10^{18}$  eV.
- Aprender cómo se analizan datos experimentales en física de altas energías.
- Adquirir experiencia en el manejo de software de alto nivel usado en física de altas energías.

### Metodología:

*El estudio comenzará con datos simulados de protones para ganar experiencia y control sobre todo el proceso de análisis. Para cada suceso, estudiaremos el comportamiento de la señal registrada por los diferentes detectores activados en función de la distancia al eje de la cascada. Intentaremos, a partir de ajustes a esas señales, encontrar un patrón que nos permita determinar si existe una distancia donde las fluctuaciones cascada a cascada se minimiza. Seguidamente, probaremos nuestras hipótesis extraídas del estudio de protones en sucesos simulados que han sido generados con núcleos atómicos más pesados (helio, nitrógeno, hierro, etc.). Una vez entendido cómo depende nuestro análisis del tipo de señal, su tamaño y extensión en superficie, atacaremos el problema de determinar si lo extraído con simulaciones es aplicable al conjunto de datos reales disponible. Finalmente, estudiaremos cómo dependen nuestros resultados de parámetros como el año de toma de los datos, la estación del año, la hora del día, para entender si ese parámetro que pretendemos encontrar varía en función de esos observables físicos.*



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



Facultad de Ciencias  
Sección de Físicas

**Bibliografía:**

- A. Letessier-Selvon, T. Stanev, Rev. Mod. Phys. 83, (2011) 907.
- T. Stanev, High Energy Cosmic Rays; Springer. DOI: 10.1007/978-3-540-85148-6
- C. Grupen, Astroparticle Physics; Springer. DOI: 10.1007/3-540-27670-X
- K-H. Kampert, A.A. Watson; The European Physical Journal H 37 (2012) 359.

**A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG**

Alumna propuesta: *María Ruiz Romero*

Granada, 13 de mayo de 2020

Sello del Departamento

*Campus Fuentenueva  
Avda. Fuentenueva s/n  
18071 Granada  
Tfno. +34-958242902  
fisicas@ngr.es*

**Comisión Docente de Físicas**  
Facultad de Ciencias