



## Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

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

**Título del Trabajo:** Estudio de la composición del flujo de los rayos cósmicos ultraenergéticos en función de la latitud galáctica

<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:**  
Debido a la aparente isotropía de los campos magnéticos extra galácticos, se espera un alto grado de isotropía en las direcciones de llegada de los rayos cósmicos, excepto para el caso de los protones de ultra alta energía. Sin embargo se ha observado en simulaciones que el campo magnético galáctico ejerce un efecto que tiende a focalizar las direcciones de llegada en torno al plano galáctico. Por tanto, para un haz de composición heterogénea (mezcla de protones y núcleos más pesados), la composición química del mismo puede variar dependiendo de la latitud galáctica a la que se haga la medida. Para verificar si este efecto tiene lugar, en nuestro estudio va a utilizar dos tipos de sucesos: i) los registrados por el detector de fluorescencia del Observatorio Pierre Auger. Aunque este conjunto de datos no es muy grande, los sucesos se miden con gran precisión; ii) los datos registrados por el detector de superficie. En este caso aumentamos significativamente el conjunto de datos disponibles, aunque para este tipo de sucesos la resolución en la medida de la composición presenta una resolución más pobre.

**Objetivos planteados:**

- Entender el efecto que el campo magnético galáctico ejerce sobre un flujo de rayos cósmicos compuesto por núcleos de diferente masa atómica.
- Adquirir experiencia en el procesado y análisis de datos recogidos en experimentos de astrofísica de partículas.

**Metodología:**  
En primer lugar reconstruiremos los observables que nos permitirán estimar la composición del flujo de rayos cósmicos de ultra alta energía. Para el detector de fluorescencia dicho observable es  $X_{max}$  (la profundidad atmosférica a la cual la producción de partículas es máxima). Para el detector de superficie vamos a usar los tiempos de llegada al suelo de las partículas registradas por los detectores de Cherenkov. La segunda parte del trabajo consistirá en hacer un escaneo en los valores de la energía y la latitud medidos. Gracias a este proceso vamos a seleccionar los valores de estos parámetros que maximizan la diferencia entre la composición del flujo registrado en la vecindad del plano galáctico y el que se mide lejos de dicho plano. Si las diferencias en composición de las dos medidas son significativas desde un punto de vista estadístico, intentaremos extraer información adicional sobre las fuentes donde se producen y aceleran las partículas más energéticas jamás detectadas.



Universidad de Granada



Facultad de Ciencias  
Sección de Físicas

**Bibliografía:**

- Depth of Maximum of Air-Shower Profiles at the Auger Observatory: Measurements at Energies above  $10^{17.8}$  eV  
The Pierre Auger Collaboration, Physical Review D 90, 122005 (2014).
- Depths of Maximum of Air-Shower Profiles at the Pierre Auger Observatory: Composition Implications  
The Pierre Auger Collaboration, Physical Review D 90, 122006 (2014).
- Comptes Rendus Physique, Volume 15, Issue 4, Pages 297-384 (April 2014); Ultra-high-energy cosmic rays: From the ankle to the tip of the spectrum.

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

*Alumno/a propuesto/a:* Antonio José Ruiz Stocchetti

Granada, 2 de mayo 2017

Sello del Departamento



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

Comisión Docente de Físicas  
Facultad de Ciencias