



Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor/a:	Antonio Bueno Villar
Departamento y Área de Conocimiento:	Física Teórica y del Cosmos; Área de Física Teórica
Cotutor/a:	
Departamento y Área de Conocimiento:	

Título del Trabajo:	Detección de fotones en la radiación cósmica de ultra alta energía
----------------------------	--------------------------------------------------------------------

Tipología del Trabajo: (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:

Los rayos cósmicos cargados de ultra alta energía bombardean continuamente la atmósfera terrestre. A pesar de décadas de estudio, aún se conoce muy poco sobre ellos. Entre las diferentes cuestiones abiertas dentro de este campo, una de las más interesantes es conocer si el flujo primario de estas partículas contiene fotones de muy alta energía. Detectar su presencia tendría consecuencias importantísimas para el futuro de este tipo de física. Se demostraría, por un lado, que el efecto GZK es el responsable de la supresión medida del flujo a las más altas energías. La presencia de fotones indicaría asimismo la existencia de protones en el flujo primario. Esto conllevaría la posibilidad de poder hacer astronomía con partículas cargadas eléctricamente. Una empresa que a día de hoy no sabemos si será o no posible en el futuro, pero que de ser factible supondría una revolución en la física de astropartículas, similar a la revolución que supuso la detección de ondas gravitacionales.

Combinando herramientas de última generación de aprendizaje máquina (redes neuronales) y los datos recogidos desde 2004 hasta la fecha por el Observatorio Pierre Auger (el detector más grande jamás construido, pues abarca una superficie de 3000 km²), intentaremos diseñar algoritmos eficientes que sean capaces de separar las señales dejadas por fotones en nuestros detectores por la más comunes dejadas tras la interacción de los núcleos de la radiación cósmica con la atmósfera.

Objetivos planteados:

- Instruir en el manejo de herramientas de aprendizaje máquina para el tratamiento de grandes cantidades de datos experimentales.
- Aprender a analizar datos experimentales para extraer de ellos la información de física más relevante que contienen.
- Verificar la existencia de fotones de ultra alta energía.

Metodología:

- Generar con técnicas Monte Carlo las señales producidas en el detector de superficie del Observatorio Pierre Auger por una cascada atmosférica generada por la interacción de un fotón de ultra alta energía en la atmósfera.
- Identificar el conjunto de observables físicos que, en principio, presentan una mayor eficiencia de separación entre sucesos generados por fotones y aquellos generados por las colisiones de núcleos de p, He, N, Fe, etc.
- Entrenar redes neuronales con sucesos simulados para determinar la estructura interna de las mismas que mejor poder de separación ofrece en la búsqueda de fotones.
- Aplicar la red neuronal optimizada a los datos del Observatorio Auger. Verificar si la muestra contiene fotones o en caso de que no se hallaran establecer un límite al flujo esperado de fotones de ultra alta energía.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Facultad de Ciencias
Sección de Físicas

Bibliografía:

M. Nagano, A.A. Watson, *Rev. Mod. Phys.* **72** (2000) 689.
A. Letessier-Selvon, T. Stanev, *Rev. Mod. Phys.* **83** (2011) 907.
D.J. Bird et. al., *Astrophysical Journal* **441** (1995) 144.
J. Linsley, *Phys. Rev. Lett.* **10** (1963) 146.
A. Aab et. al., *The Pierre Auger Collab.*, *Nucl. Instrum. Meth. A* **798** (2005) 172.
A. Aab et. al., *The Pierre Auger Collab.*, *arXiv:1708.06592v2~[astro-ph.HE]*.
A. Aab et. al., *The Pierre Auger Collab.*, *Science* **357** (2017) 1266.

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

Alumno/a propuesto/a:

Granada, 5 de mayo 2018



Sello del Departamento