

CAZADORES

⚡ **DE RAYOS** ⚡

GAMMA

(Gamma Ray Hunters)

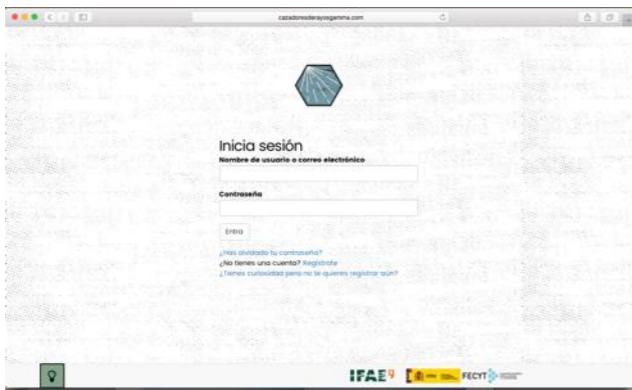
www.cazadoresderayosgamma.com

A web app about High Energy Astrophysics



The context

- **IFAE:** high-energy physics, astrophysics and cosmology
- **MAGIC Collaboration:** since 2004
- **Educational activities:** Physics Masterclasses and more
- **Towards a High Energy Astrophysics Masterclass**
- **Essential:** A researcher motivated about outreach involved in the project (Òscar Blanch, MAGIC deputy spokesperson)



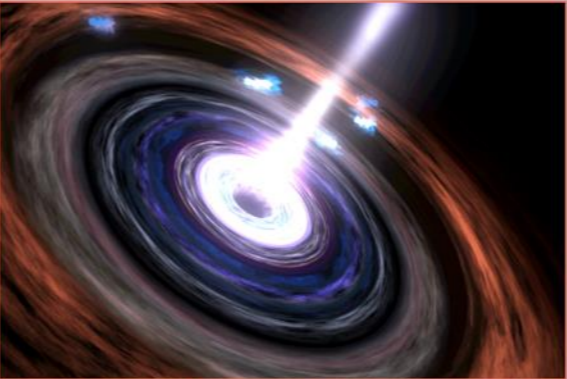
NOCHE 4: LA VELOCIDAD DE LOS RAYOS GAMMA

Galaxia de núcleo activo

Mkn 421 es una galaxia con núcleo activo situada en la Osa Mayor. De hecho es una de las más próximas a la Tierra, a sólo 400 millones de años luz.

Fue una de las primeras fuentes de donde vimos que llegaban rayos gamma y es una de las fuentes que conocemos cuyos rayos gamma llegan a la Tierra de forma más habitual.

Pero además, en contadas ocasiones, emite muchísimo más convirtiéndose en el objeto del universo más brillante en rayos gamma. ¡No sólo un poco más, sino un orden de magnitud (es decir 10 veces más brillante).



En el corazón de una galaxia activa, la materia que cae hacia un agujero negro supermasivo crea jets de partículas que viajan casi a la velocidad de la luz. Para las galaxias activas clasificadas como blazars, uno de estos jets apunta prácticamente directo hacia la Tierra. *Image Credit: NASA*

En el cuaderno de notas de la derecha puedes ver cómo analizamos primero si hay señal en los datos que hemos tomado esta noche en Mkn 421 y a continuación cómo miramos la evolución temporal de la señal durante la noche.

```

# 1/ Después del corte en hadronnes
# 2/ Usando los eventos en los dos primeros bin del Theta Plot,
# es decir Theta Cuadrado < 0.02
# 3/ Con el OFF y el ON normalizados
had_cut = 0.25
theta2_cut = 0.02
mrk421_ON_cut_LightCurve = mrk421_ON[(mrk421_ON['had'] < had_cut) & (mrk421_ON['theta2'] < theta2_cut)]
mrk421_OFF_cut_LightCurve = mrk421_OFF[(mrk421_OFF['had'] < had_cut) & (mrk421_OFF['theta2'] < theta2_cut)]
weights = np.ones_like(mrk421_OFF_cut_LightCurve.theta2)*factor

# 2 Calcular Mon y Hoff para cada intervalo de tiempo
# Vamos a definir 100 intervalos (bins) en los 10000 segundos de nuestros datos
bins = 100
Mon, tiempos = np.histogram(mrk421_ON_cut_LightCurve.Tiempo, bins=bins)
Hoff, bins_off = np.histogram(mrk421_OFF_cut_LightCurve.Tiempo, bins=tiempos, weights=weights)

# 3 Calcular el Exceso y su Error para cada intervalo de tiempo
Exceso = Mon - Hoff
Error = (Mon + Hoff)**0.5

# 4 Representar el LightCurve: los excesos con sus errores a lo largo del tiempo
plt.figure(1, figsize=(10, 5), facecolor='w', edgecolor='k')
plt.errorbar(tiempos[1:], Exceso, xerr=10000.0/(2.0*bins), yerr= Error, fat='or', ecolor='red')
plt.xlabel('Tiempo [s]')
plt.ylabel('Numero de rayos Gamma')
plt.show()

```

¡Genial! La cantidad de rayos gamma cambia y lo hace muy rápido. Cuando tenemos la suerte de observar un flare así, podemos sacar mucha información. Tanto de la fuente en sí y de los procesos que ocurren en ella, como de qué les pasa a los rayos gamma mientras viajan desde la fuente hasta la Tierra. ¡A mí lo que más me interesa es esta segunda parte!

Nota:
A diferencia del **Thetaplot**, en el paso 4 no quiero representar cuántas veces sucede algo en mis datos. Quiero mostrar una variable (Número de Excesos) en función de otra (Tiempo), con sus errores. Para eso no puedo usar "pl.hist". Por eso uso otra función que hace exactamente lo que necesito:

```
plt.errorbar(VariableEjeX, VariableEjeY)
```

Además se le pueden dar parámetros adicionales para definir:

```
Figura en el Fin X: fig = plt.figure() Figura en el Fin Y: fig = plt.figure() Formato de los números: fmt = '%i' o para tener un título
```

CAZADORES DE RAYOS GAMMA

PASO 1:
¿Qué necesitas para ser un auténtico cazador de rayos gamma?

PASO 2:
Acompaña a los 4 cazadores en sus noches de investigación

PASO 3:
¿Te atreves a resolver el misterio? Esta es tu noche de investigación

PASO 4:
Cuéntanos qué resultados has conseguido y participa en el sorteo. Fecha límite: 28/02/2017



The story

- **4 characters:** PhD students at IFAE
- **4 research topics** Super Nova remnants, Black Holes, Dark Matter, Lorentz Invariance
- **4 astronomical sources:** CasA, Cyg-X1, Perseus, Mrk421
- **4 Analysis** based on observations done with the MAGIC telescopes
- **1 Challenge:** do your own analysis about the Crab Pulsar
- **1 Prize:** visit the MAGIC telescopes





The tool

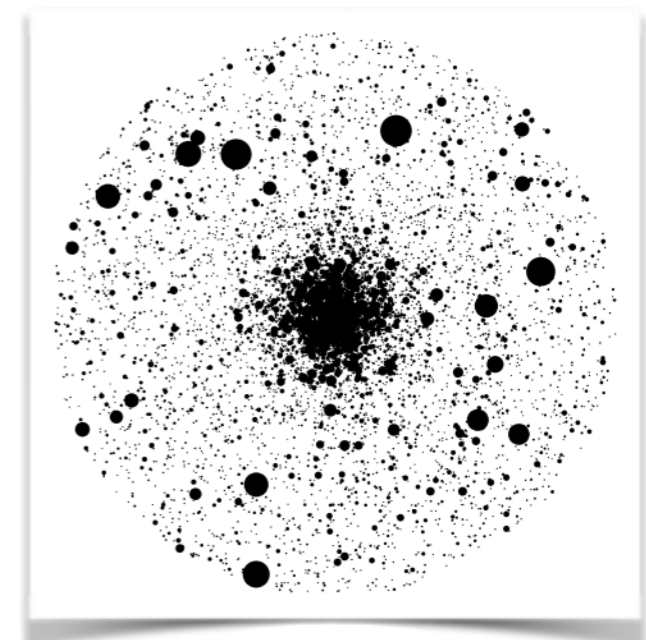
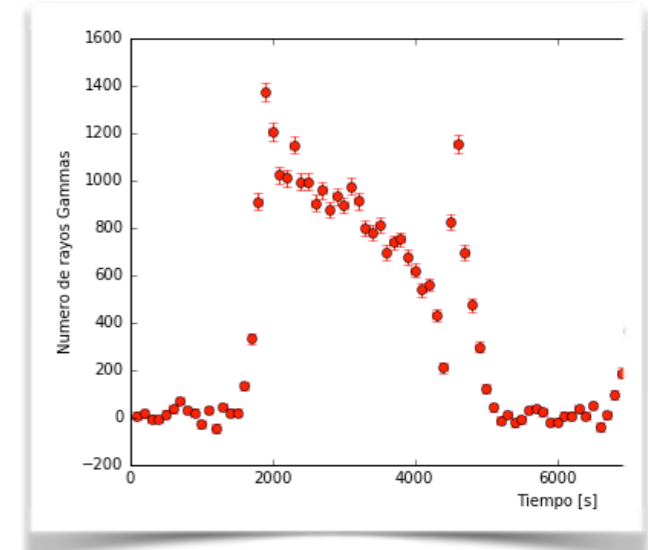
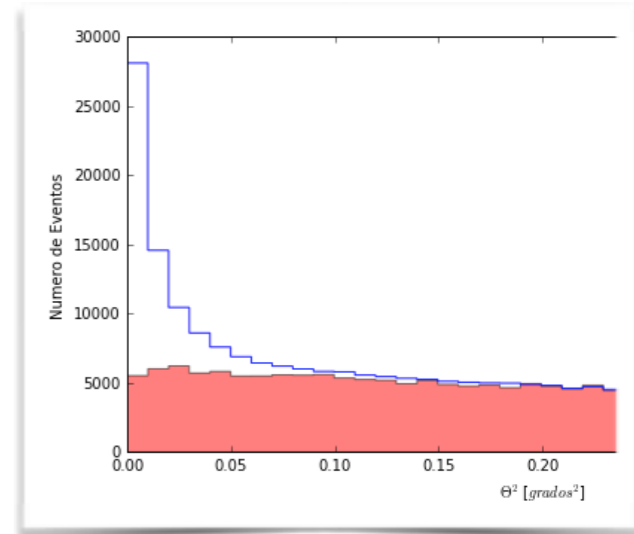
- Why Python? Any language would work, actually
- Why Jupyter Notebooks? Interactive programming on the web
- Why Flask? Integrating Jupyter Hub with custom HTML pages
- Why Digital Ocean? Cloud computing service. Security





The analysis

- Distributions of events. Histograms.
- ON & OFF data
- Cuts and selections according to criteria
- Noise vs. signal. Significance.
- Time analysis. LightCurves.



**Tools to study
black holes, flares,
dark matter, super novae,...**



The uses

- At home: A game that students can play at home
- In schools: A tool for teachers
- In research centres: A tool for hands-on workshops



Some metrics

- Website online since October 2016
- 2500 unique visitors, 400 registered users
- Comments and interactions with users
- Very low maintenance requirements
- 4 workshops at IFAE with students & teachers
- Attracted some press.



A proposal

Collaboration opportunities:

- We are working on an English version and a plan to internationalise it.
- The platform that we've developed can be useful for other projects.

Let's get in touch.



Thank you!

Sebastián Grinschpun
Communication and Public Relations Manager
Institut de Física d'Altes Energies (IFAE)
sgrinschpun@ifae.es