The background of the slide is a deep blue underwater scene. In the bottom left corner, a white submarine with the word "Mirale" partially visible on its side is emitting a bright white beam of light. Scattered throughout the water are numerous green cylindrical buoys, each with a small black spherical object hanging from it. The scene is dimly lit, with light rays filtering down from the surface.

Implementación del principio de máxima verosimilitud a la detección de neutrinos cósmicos.

Toni Muñoz Pablo Escribano Paula Barber

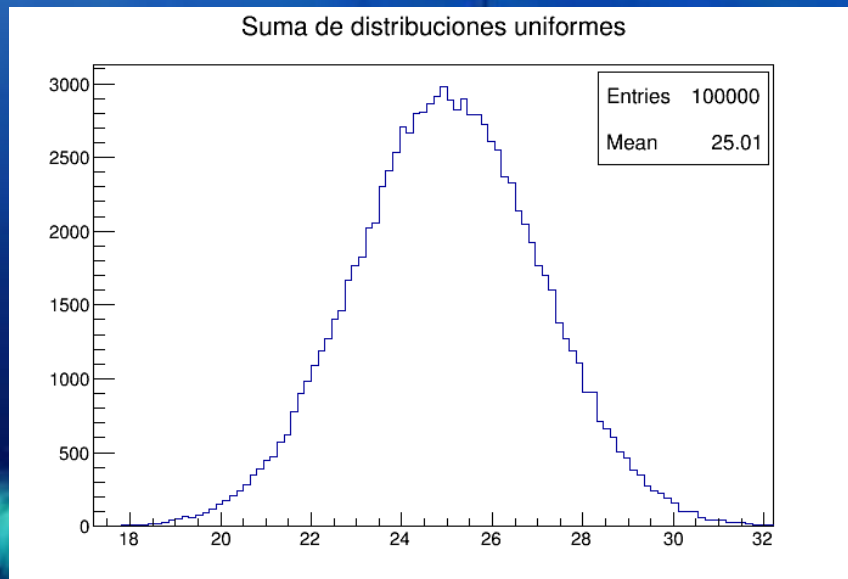
Tutores: Juan Zúñiga, Juan de Dios Zornoza

Ejercicios estadística

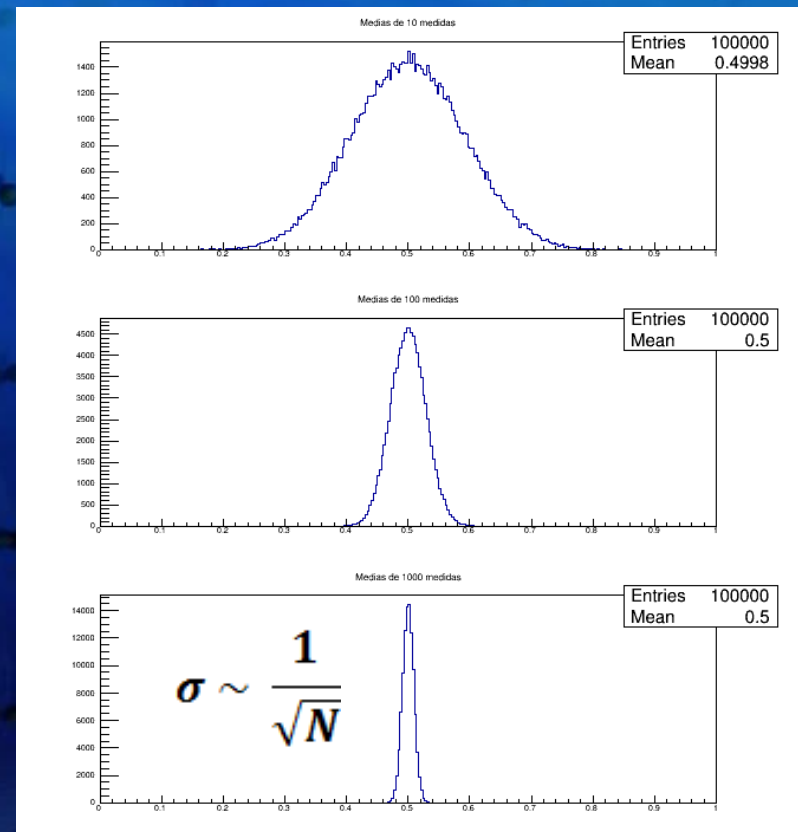
- Teorema de Límite Central (plots y formulita)
- Función acumulativa
- Distribución χ^2
- Generar números aleatorios (Método de transformación inversa)
- Principio de Máxima Verosimilitud
- Test de hipótesis
- Discovery Power

Teorema de Límite Central

Suma de distribuciones uniformes

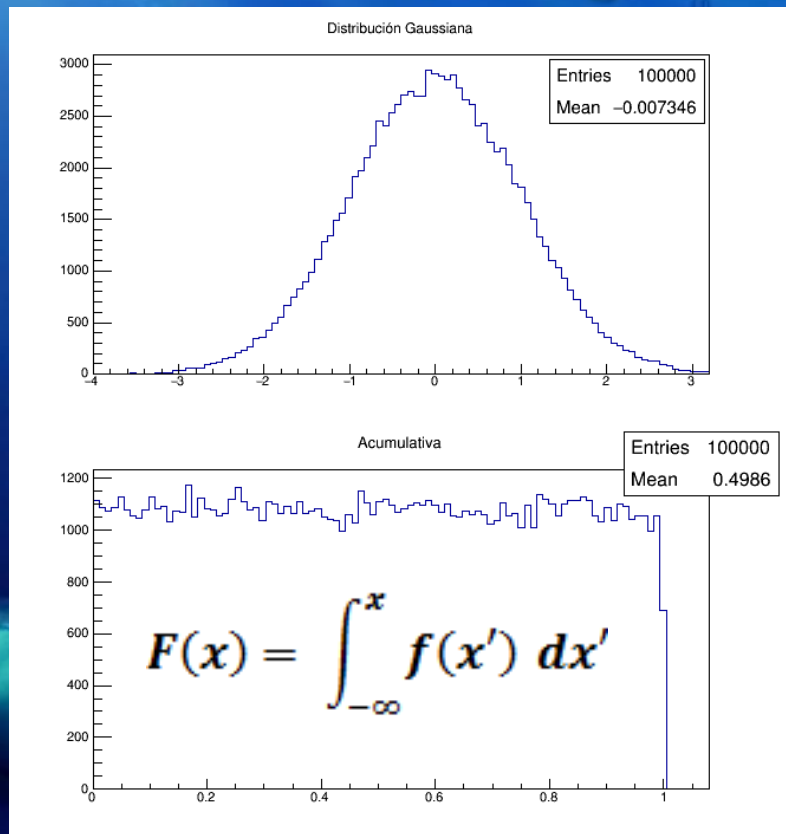


Media de distribuciones uniformes

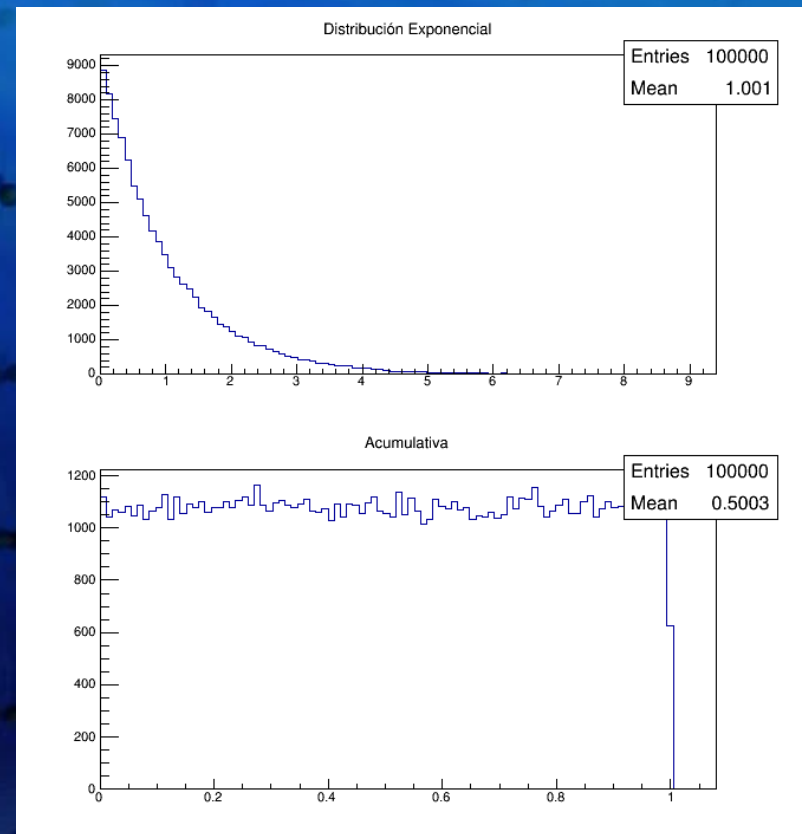


Función acumulativa F(x)

Distribución gaussiana

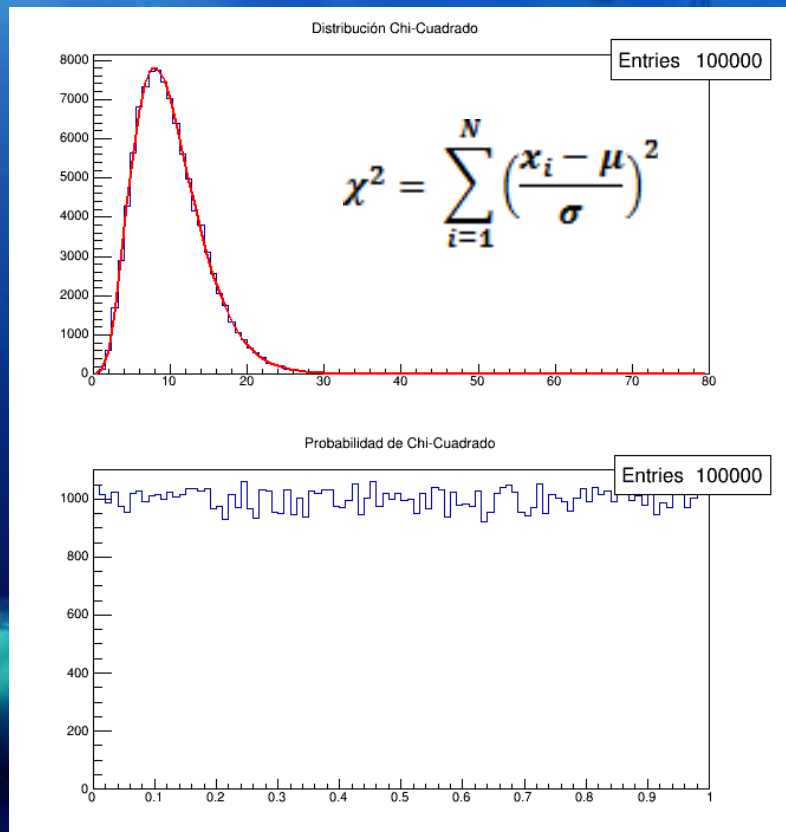


Distribución exponencial

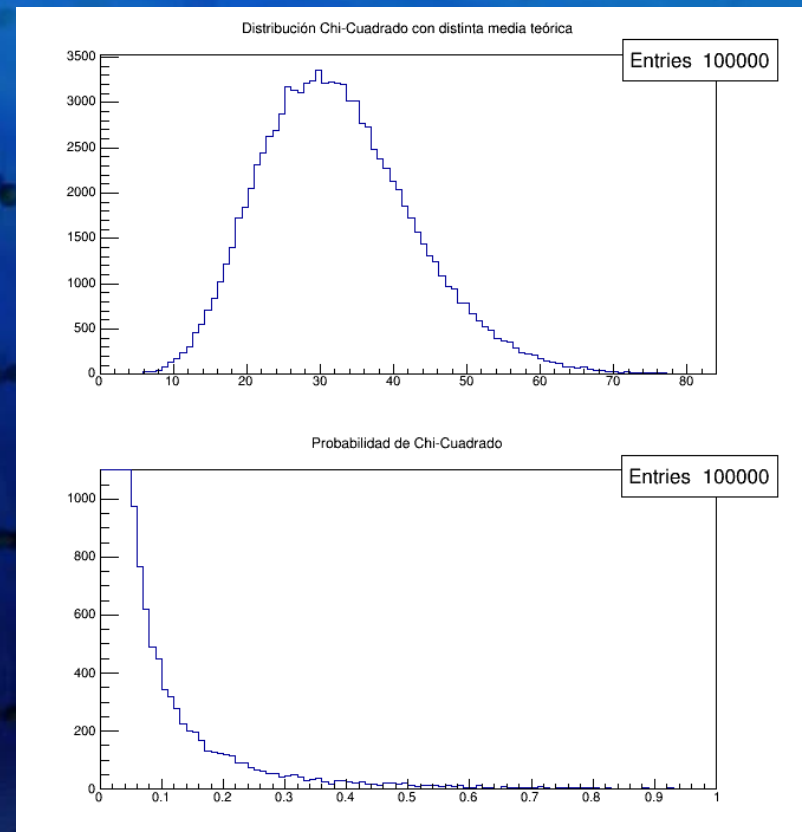


Distribución χ^2

Comparación teoría-pseudoexperimento

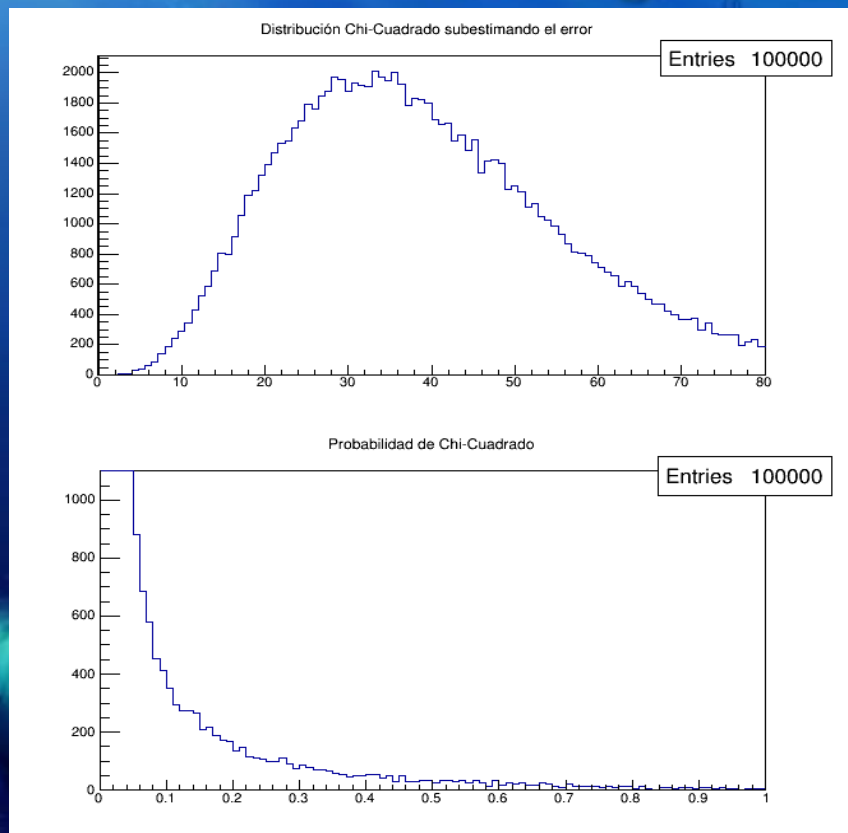


Si el valor teórico no se corresponde con el experimental

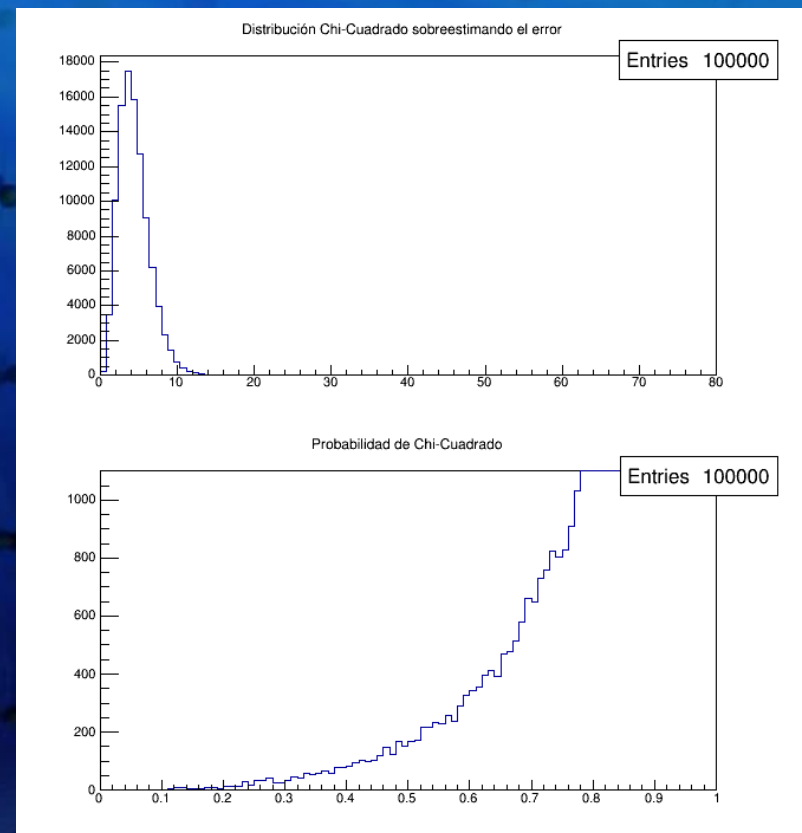


Distribución χ^2

Subestimación de error



Sobrestimación del error



Principio de Máxima Verosimilitud (ML)

- x_1, x_2, \dots, x_n distribuciones según $f(x, \theta)$

$$\mathcal{L} = P(x_1)P(x_2) \dots P(x_N) = \prod_{i=1}^N f(x_i, \theta) \rightarrow \ln \mathcal{L} = \sum_{i=1}^N \ln f(x_i, \theta)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \theta} = 0 \Leftrightarrow \frac{\partial \ln \mathcal{L}}{\partial \theta} = 0 \Rightarrow \underline{\theta \text{ del ajuste}}$$

$$f(x_i, \theta) = \frac{1}{\tau} e^{-x/\tau} \rightarrow \hat{\tau} = \frac{1}{N} \sum x_i$$

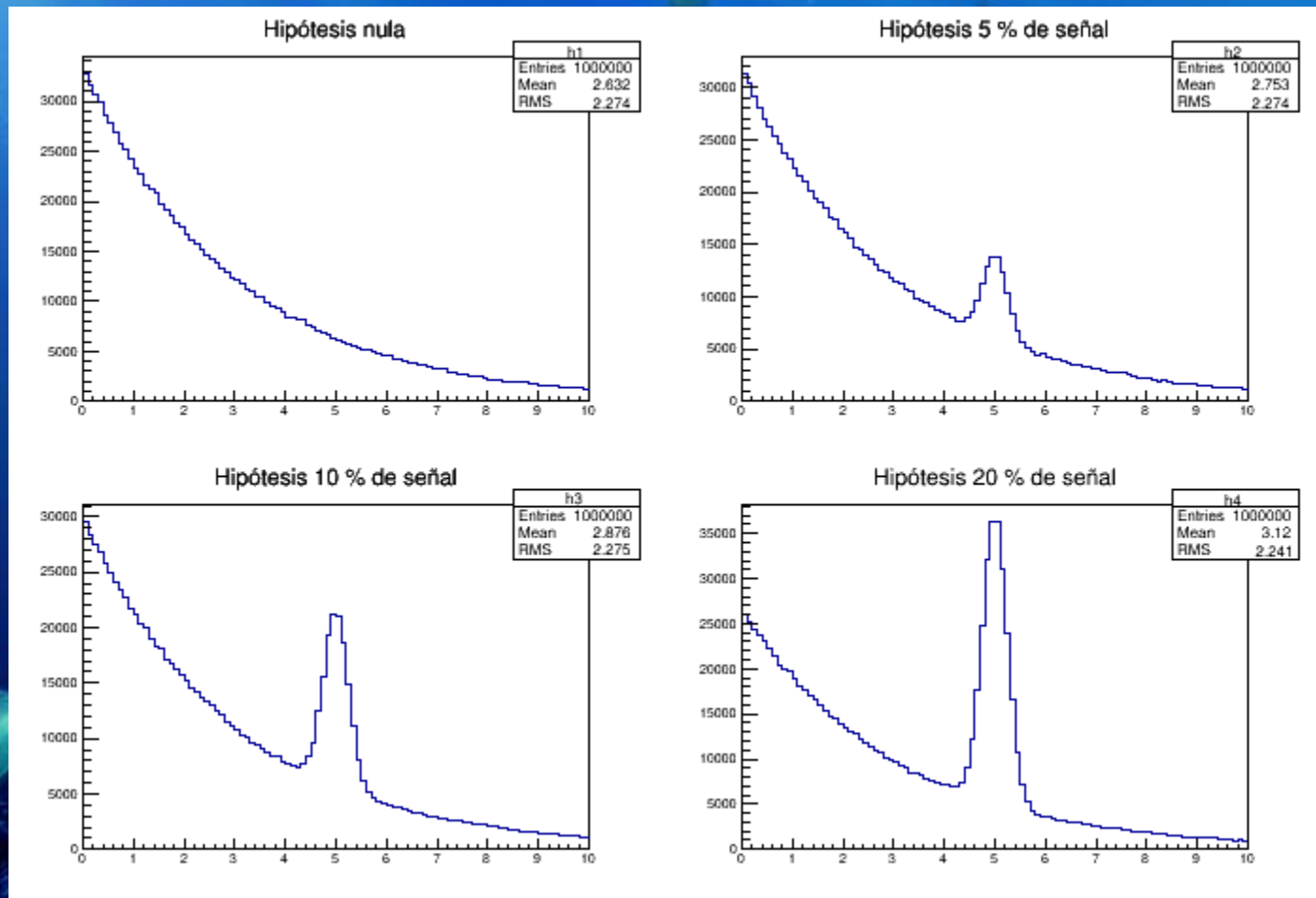
Principio de Máxima Verosimilitud (ML)

$$f(x, \alpha) = \alpha S(x) + (1 - \alpha) B(x)$$

SEÑAL: $S(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$ gaussiana

FONDO: $B(x) = \frac{1}{\tau} e^{-x/\tau}$ exponencial

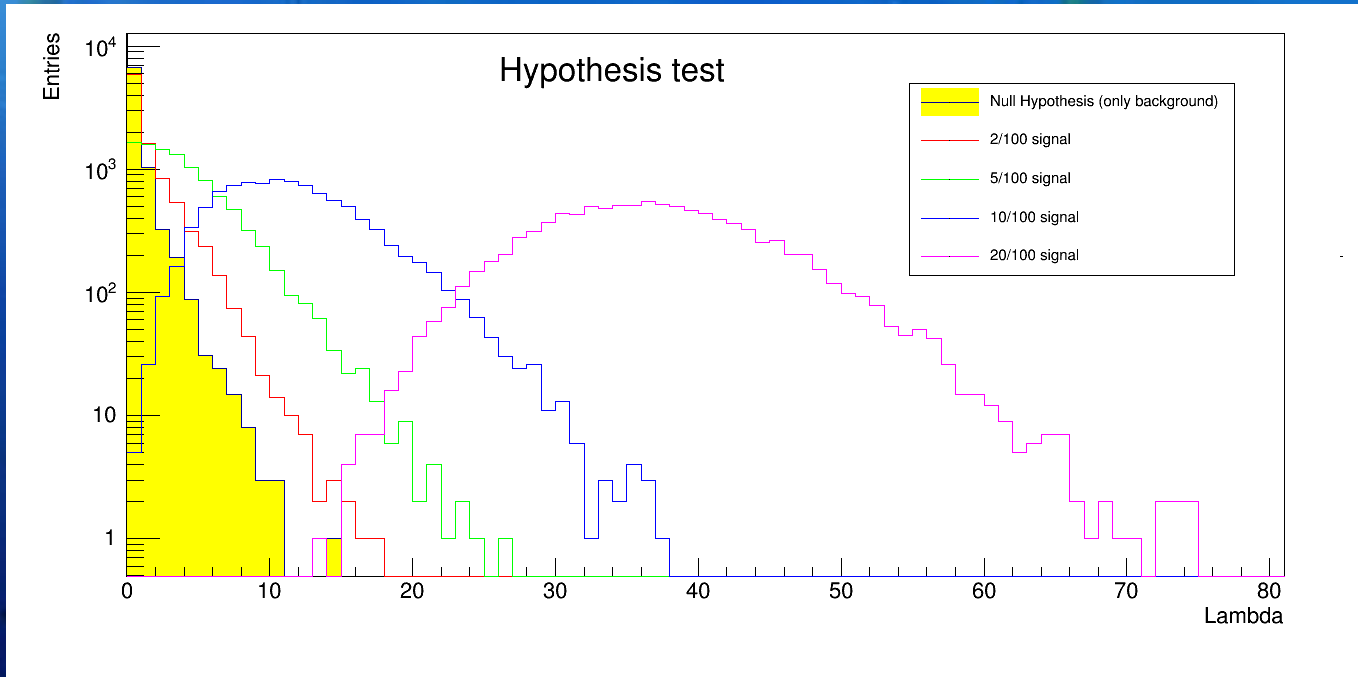
Principio de Máxima Verosimilitud (ML)



Test de Hipótesis

100 medidas

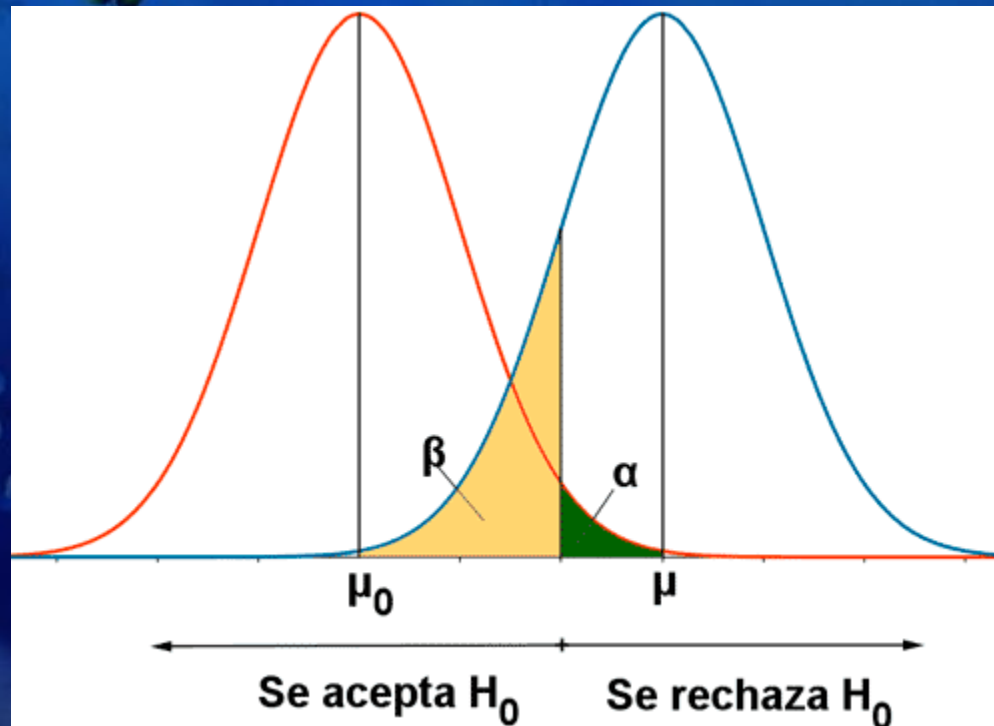
1000 pseudoexperimentos



$$\lambda \equiv \ln \left(\frac{\mathcal{L}(\text{fondo} + \text{señal})}{\mathcal{L}(\text{solo fondo})} \right) = \ln \left(\frac{\mathcal{L}(x, \alpha)}{\mathcal{L}(x, \alpha = 0)} \right) = \ln(\mathcal{L}(x, \alpha)) - \ln(\mathcal{L}(x, \alpha = 0))$$

Discovery Power

- El poder estadístico es el valor de μ tal que:
 $\text{power} = 1 - \beta = 50\%$



¿Neutrinos del espacio o de la atmósfera?



An underwater scene with a blue background. Sunlight rays penetrate from the top left. A submarine is visible in the bottom left corner, emitting a searchlight beam. The water is filled with numerous mines, each consisting of a yellow cylindrical body and a black spherical tail fin. The mines are arranged in a grid-like pattern. In the bottom right corner, there is a large, dark, rocky structure.

¡Gracias por vuestra atención!

FIN