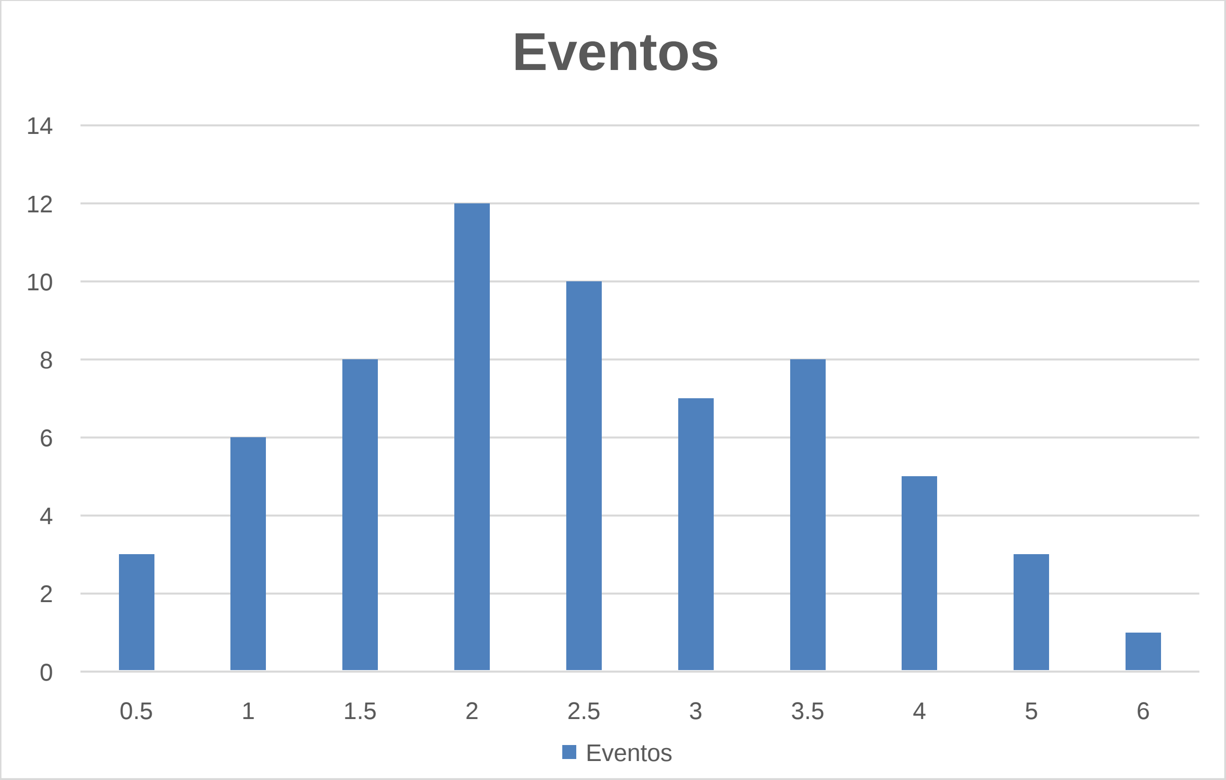
Cálculo de Número de Eventos

χ^2 y minimización

Datos y plots de eventos

- Los experimento buscan detectar una determinada partícula a un cierto nivel de energía. Los detectores nos dan la cantidad de particulas observadas, a esto llamamos **eventos**. Entonces, a una **nivel de energía** dado, se tiene la **cantidad de particulas detectadas**.

Bin	Energia (GeV)	Eventos
1	0.5	3
2	1	6
3	1.5	8
4	2	12
5	2.5	10
6	3	7
7	3.5	8
8	4	5
9	5	3
10	6	1



Data experimental y simulación

- Los eventos o serie de eventos se representan:

$$N = \{N_1, N_2, N_3, \ldots, N_{10}\}, \quad \text{o solo} \quad N_i, \, i \in \{1, 2, \ldots, 10\},$$

donde $N_i = N_i(\textit{probabilidad de oscilación})$.

- Nuestro objetivo es **simular** una serie de eventos (N^S) que coincidan lo mejor posible con eventos reales o **true** (N^T), los cuales se obtienen de experimentos o de alguna **simulación especial**.

$$N_i^S \approx N_i^T, \forall \, i \in \{1, 2, 3, \ldots, 10\}.$$

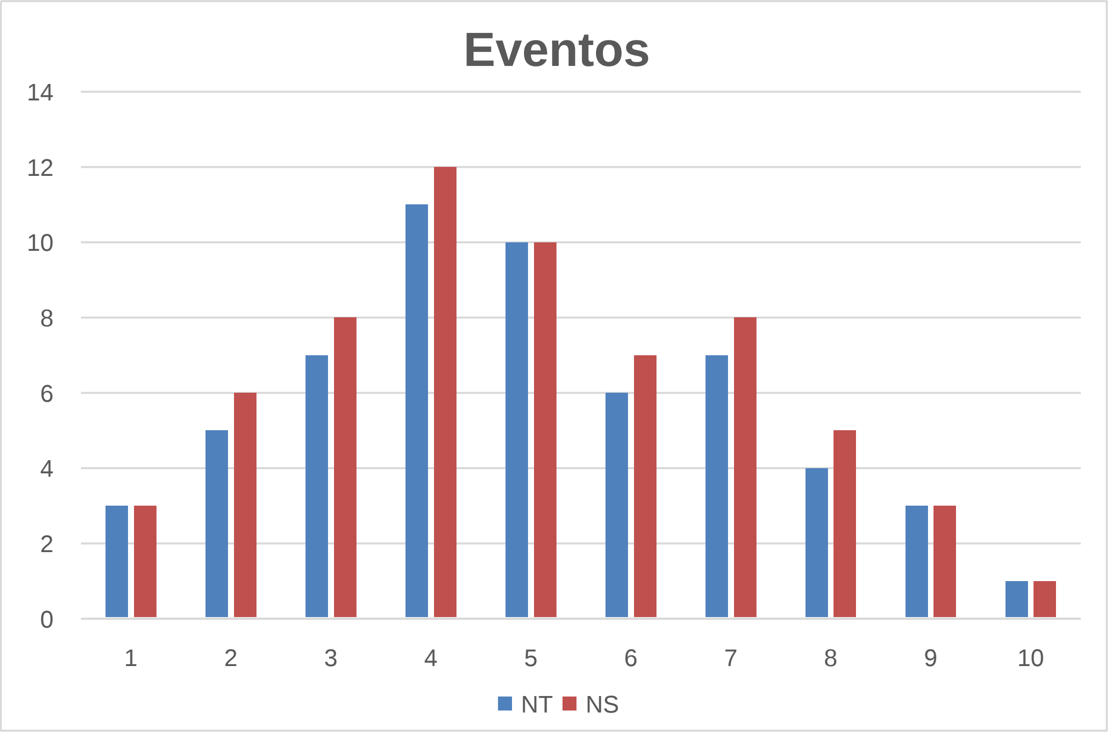
Data experimental y simulación

- Los eventos o serie de eventos se representan:

$$N = \{N_1, N_2, N_3, \dots, N_{10}\}, \quad \text{o solo} \quad N_i, i \in \{1, 2, \dots, 10\},$$

donde $N_i = N_i(\mathit{probabilidad\ de\ oscilación})$.

Bin	N^T	N^S
1	3	3
2	5	6
3	7	8
4	11	12
5	10	10
6	6	7
7	7	8
8	4	5
9	3	3
10	1	1



Medición de la diferencia entre N^T y N^S

- Existen muchas formas de realizar la diferencia entre N^T y N^S, pero la que usamos con frecuencia es χ^2.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{\left(N_i^T - N_i^S\right)^2}{N_i^T}\ , \ \ n = \#\ total\ de\ bines\ ,$$

$$\chi^2 = \chi^2\left(propabilidad\ de\ oscilación\right).$$

- En nuestro ejemplo $n = 10$, entonces:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{10} \frac{\left(N_i^T - N_i^S\right)^2}{N_i^T} = 0.99329\ .$$

Búsqueda de χ^2 mínimo

- Nuestros eventos simulados serán más parecidos a los evenos reales siempre que χ^2 sea lo más cercano a 0. De este modo, lo que buscamos es encontrar la combinación de parámetros de osclación que nos de χ^2 mínimo, es decir, obtener el mejor ajuste o fit entre la simulación y lo real.

$$\chi^2_{min} = \min_{parámetros\ de\ oscilación} \left\{ \chi^2(parámetros\ de\ oscilación) \right\}$$

Cálculo de Número de Eventos

- La simulación de los eventos se realiza con la ecuación:

$$N_i = C \times F_i \times \sum_{j=1}^{m} P(E_j, parm\ osc) \times \Phi(E_j) \times \sigma(E_j) \times K_{ij} \times \Delta E_j\ ,$$

  donde $E_j \in \{Valores\ de\ energía\ fijada\ por\ el\ experimento\}$.

- Todo se puede reducir aproximadamente a:

$$\boxed{N_i(E_i, parm\ osc) = C_1 \times P\left(E_i, parm\ osc\right) + C_2\ ,}$$

  donde C_1 y C_2 son constantes, E_i es la energía del i-ésimo bin y

$$P \equiv P\left(E_i, \rho, \theta_{12}, \theta_{13}, \theta_{23}, \delta, s, \Delta m^2{}_{21}, \Delta m^2{}_{31}, L, \alpha_2, \alpha_3, \gamma_2, \gamma_3, \ldots\right).$$

Cálculo de Número de Eventos

- Los eventos finales son la suma de señal (signal) y ruido (background):

$$
\left.\begin{array}{l}
N_1^s = \left\{N_{1,1}^s, N_{1,2}^s, N_{1,3}^s, \dots, N_{1,n}^s\right\} \\
N_2^s = \left\{N_{2,1}^s, N_{2,2}^s, N_{2,3}^s, \dots, N_{2,n}^s\right\}
\end{array}\right\} \text{Signal}
$$

$$
\left.\begin{array}{l}
N_1^b = \left\{N_{1,1}^b, N_{1,2}^b, N_{1,3}^b, \dots, N_{1,n}^b\right\} \\
N_2^b = \left\{N_{2,1}^b, N_{2,2}^b, N_{2,3}^b, \dots, N_{2,n}^b\right\} \\
N_3^b = \left\{N_{3,1}^b, N_{3,2}^b, N_{3,3}^b, \dots, N_{3,n}^b\right\}
\end{array}\right\} \text{Background}
$$

$$
N^{Total} = \left\{N_{1,1}^s + N_{2,1}^s + N_{1,1}^b + N_{2,1}^b + N_{3,1}^b, \dots, N_{1,n}^s + N_{2,n}^s + N_{1,n}^b + N_{2,n}^b + N_{3,n}^b\right\}
$$