



## Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

<b>Tutor/a:</b>	Diego García Gámez
<b>Departamento y Área de Conocimiento:</b>	Dpto. Física Teórica y del Cosmos, área de Física Teórica
<b>Correo electrónico:</b>	dgarciag@ugr.es
<b>Cotutor/a:</b>	
<b>Departamento y Área de Conocimiento:</b>	
<b>Correo electrónico:</b>	

**Título del Trabajo:** Tensión existente entre datos de aparición y desaparición en experimentos de neutrinos estériles y el papel del programa SBN para resolverla.

<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:

En las últimas décadas, diferentes experimentos de neutrinos a diferentes distancias de recorrido cortas ("short baselines") han reportado anomalías relacionadas con el número de sucesos observados en relación al que esperaban. Cuando todos estos experimentos trataron de explicar sus resultados en el contexto de las oscilaciones de neutrinos, llegaron a la interpretación común de que podía ser una evidencia de la existencia de uno o más neutrinos "estériles" (que sólo interactúan vía gravedad), con una masa del orden del eV y una amplitud de oscilación relativamente pequeña [1]. Cada una de estas anomalías puede ser explicada individualmente por los neutrinos estériles, pero surgen algunos problemas cuando comparamos los resultados de diferentes experimentos, dado que los límites de desaparición restringen la probabilidad de aparición [2]. Por lo tanto, tener experimentos sensibles a ambos canales es crucial. El programa experimental de oscilaciones de neutrinos de corta distancia SBN situado en Fermilab ha sido diseñado para resolver esta tensión[3,4].

En este trabajo se pretende revisar la situación global actual en el campo de los neutrinos estériles, poniendo especial interés en la tensión existente entre los diferentes experimentos. Se examinará la relevancia del experimento SBN para resolver este enigma, estudiando a cada uno de los detectores del programa individualmente y en su conjunto.

### Objetivos planteados:

- Entender el origen de las tensiones existentes entre los experimentos de aparición y desaparición en términos de oscilaciones de neutrinos estériles.
- Entender los objetivos de física del programa de corta distancia de búsqueda de neutrinos estériles de Fermilab.
- Aprender a utilizar la herramienta de análisis ROOT [5], estándar en el campo de la Física de Partículas experimental.
- Realizar un estudio de oscilación de neutrinos [6] clásico en SBN (con los detectores SBND e ICARUS), tanto en aparición ( $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ ) como en desaparición ( $\nu_\mu \rightarrow \nu_\mu$ ). Repetirlo suponiendo la existencia de neutrinos estériles (modelo 3+1).
- Dado que ambos detectores empezarán a tomar datos con al menos un año de diferencia, estudiar por separado el potencial del detector cercano y lejano para rechazar, sin lugar a dudas, dicha hipótesis o realizar un descubrimiento.
- Cuantificar el impacto de combinar los datos de ambos detectores.
- Escribir un informe final que describa la metodología y resultados del estudio.



**Metodología:**

1) *Introducción y motivación (Bibliográfica)*

- *Anomalías en experimentos de (anti)neutrinos de corto recorrido: hipótesis de los neutrinos estériles.*
- *Tensión existente en datos de Aparición y Desaparición.*
- *Oscilaciones de neutrinos*
- *Programa SBN: detectores y tecnología*

2) *Datos de simulaciones*

- *Descripción del Booster Neutrino Beam.*
- *Entender/describir las diferentes distribuciones generadas de sucesos esperados en los múltiples detectores: CC/NC (anti).*

3) *Análisis de sensibilidad (3+1)*

- *Aparición y Desaparición.*
- *Detector Cercano (SBND) y Detector Lejano (ICARUS) individualmente.*
- *Análisis combinado SBND + ICARUS.*

**Bibliografía:**

[1] - <https://arxiv.org/abs/1204.5379>

[2] - [https://doi.org/10.1007/JHEP08\(2018\)010](https://doi.org/10.1007/JHEP08(2018)010)

[3] - <http://sbn-nd.fnal.gov/>

[4] - P. Machado, O. Palamara, D. Schmitz, "The Short-Baseline Neutrino Program at Fermilab", Ann.Rev.Nucl.Part.Sci.69(2019)363-387. <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-nucl-101917-020949>

[5] - <https://root.cern.ch/>

[6] - <http://pdg.lbl.gov/2018/reviews/rpp2018-rev-neutrino-mixing.pdf>

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

Alumno/a propuesto/a: Germán de la Rimada Robles

Granada, 04 de Mayo 2021

Sello del Departamento