



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Facultad de
Ciencias
Sección de
Físicas

Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor/a:	María Elvira Gámiz Sánchez
Departamento y Área de Conocimiento:	Departamento de Física Teórica y del Cosmos, Área de Física Teórica
Correo electrónico:	megamiz@ugr.es
Cotutor/a:	
Departamento y Área de Conocimiento:	
Correo electrónico:	

Título del Trabajo: QCD y su impacto en el estudio de las tensiones del Modelo Estándar

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 cálculos de precisión de la Cromodinámica Cuántica (QCD), la teoría cuántica de campos que describe las interacciones fuertes, se han convertido en una herramienta fundamental para la interpretación de los datos procedentes de grandes instalaciones experimentales como el LHC en el CERN (Suiza), Belle II en KEKB (Japón) o el experimento para la medida del momento magnético anómalo del muón en Fermilab (EE.UU.). En particular, la interpretación de dichos datos requiere la descripción mediante el régimen no perturbativo de QCD del proceso de hadronización de las partículas elementales en términos de las cuales está formulada la teoría, los quarks, para dar lugar a los estados ligados que se observan experimentalmente, los hadrones.

La comparación de ciertos observables medidos en dichos experimentos y las correspondientes predicciones teóricas en el marco del Modelo Estándar (ME) de la física de partículas, constituye un test excepcional de la validez del ME. De hecho, en los últimos años se han observado tensiones entre teoría y experimento para algunos de estos observables (las llamadas anomalías de sabor, $(g-2)_{\mu}$...), así como indicios de posibles inconsistencias dentro de la descripción que proporciona el Modelo Estándar (determinaciones inclusivas y exclusivas de algunos elementos de la matriz de Cabibbo-Kobayashi-Maskawa (CKM), violaciones de la unitariedad de la matriz de CKM ...). Si al aumentar la precisión tanto de las medidas experimentales como de las predicciones teóricas alguna de estas tensiones se confirmase, podría convertirse en una señal de nueva física más allá del Modelo Estándar.

En este trabajo se pretende estudiar en detalle alguna de dichas tensiones teoría-experimento o tensiones internas dentro de la descripción del Modelo Estándar, con especial hincapié en el papel que juega QCD en el cálculo de las correspondientes predicciones teóricas y el impacto de la posible reducción de errores procedentes de QCD.

Objetivos planteados:

- Entender los fundamentos básicos de la Cromodinámica Cuántica y su relevancia dentro de la fenomenología de la física de partículas.
- Conocer el estado actual de las tensiones observadas en la fenomenología de partículas, en particular aquellas en las que los cálculos de QCD no perturbativos juegan un papel relevante.

Campus
Fuentenueva
Avda. Fuentenueva
s/n
18071 Granada
Tfno. +34-958242902
fisicas@ugr.es

Comisión Docente de Físicas
Facultad de Ciencias



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Facultad de
Ciencias
Sección de
Físicas

- Ser capaz de hacer un cálculo realista bien sea con un enfoque más analítico o bien usando métodos computacionales, así como aplicando software propio de la fenomenología de física de partículas.

Metodología:

- Estudio de la bibliografía relevante sobre QCD y la fenomenología de sabor.
- Dependiendo de los intereses del alumno y de la situación teórico-experimental en el momento de iniciar el trabajo, se estudiará un observable concreto o parámetro fundamental del Modelo Estándar en el que aplicar los conocimientos adquiridos y experimentar con distintas herramientas. Este cálculo dirigido se ajustará a uno (o varios) de los siguientes tipos:
 - Análisis de datos procedentes de simulaciones numéricas de QCD con técnicas bayesianas para extraer parámetros hadrónicos como masas, constantes de desintegración o factores de forma.
 - Cálculo de algún observable que tenga una componente analítica y además requiera el uso de software propio del campo.
 - Estudio del impacto de las posibles mejoras en los inputs no perturbativos en distintos observables de interés, usando software propio del campo.

Se necesitarán conocimientos básicos de las asignaturas de “Mecánica cuántica”, “Teoría de campos y partículas”, “Física nuclear y de partículas” y “Relatividad general”. La asignatura “Física Matemática” también puede ser útil si se quiere profundizar en la parte más teórica.

Bibliografía:

- D. Griffiths, “*Introduction to Elementary Particles*”. John Wiley & Sons, (2008)
- F. Halzen and A.D. Martin, “*Quarks and Leptons*”, John Wiley & Sons, (1984).
- Y. Grossman, P. Tanedo, “*Just a Taste: Lectures on Flavor Physics*”, Theoretical Advanced Study Institute in Elementary Particle Physics : Anticipating the Next Discoveries in Particle Physics (TASI 2016), WSP (2018) [<https://arxiv.org/abs/1711.03624>].
- P. Gambino *et al.*, “*Challenges in semileptonic B decays*”, Eur.Phys.J.C 80 (2020) [<https://arxiv.org/abs/2006.07287>]
- M. Wingate, “*Quark flavor physics and lattice QCD*”, contribución al EPJA special issue “*Lattice Field Theory during the COVID-19 pandemic*”, en prensa [<https://arxiv.org/abs/2103.17224>]

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

Alumno/a propuesto/a: Ramón Merino Rojas

Granada, 10 de mayo de 2021

Sello del Departamento

Campus
Fuentenueva
Avda. Fuentenueva
s/n
18071 Granada
Tfno. +34-958242902
fisicas@ugr.es

Comisión Docente de Físicas
Facultad de Ciencias



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Facultad de
Ciencias
Sección de
Físicas

*Campus
Fuentenueva
Avda. Fuentenueva
s/n
18071 Granada
Tfno. +34-958242902
fisicas@ugr.es*

Comisión Docente de Físicas
Facultad de Ciencias