



# WG Flavor & EW Physics

Pablo Roig

Dpto. de Física del Cinvestav, Ciudad de México



Reunión general de la RED-FAE, 10-12 de Noviembre de 2016, Pachuca, Hidalgo, México

Segundo reporte que presento  
(Tras León 2015)



Reunión general de la RED-FAE, 10-12 de Noviembre de 2016, Pachuca, Hidalgo, México

Segundo reporte que presento  
(Tras León 2015)



El año próximo vuelve  
Gabriel (XXXX, 2017)



Reunión general de la RED-FAE, 10-12 de Noviembre de 2016, Pachuca, Hidalgo, México

Segundo reporte que presento  
(Tras León 2015)



Con respecto a 2015: Se celebró una reunión previa a la general de la RED-FAE con una asistencia de unos 25 participantes.  
Este año fue ayer (unos 20 asistentes).



Reunión general de la RED-FAE, 10-12 de Noviembre de 2016, Pachuca, Hidalgo, México

Segundo reporte que presento  
(Tras León 2015)



Con respecto a 2015: Se celebró una reunión previa a la general de la RED-FAE con una asistencia de unos 25 participantes.  
Este año fue ayer (unos 20 asistentes).

El año próximo: Gabriel planea realizar una escuela/taller de sabor/EW/precisión/...



Reunión general de la RED-FAE, 10-12 de Noviembre de 2016, Pachuca, Hidalgo, México

Segundo reporte que presento  
(Tras León 2015)



Con respecto a 2015: Se celebró una reunión previa a la general de la RED-FAE con una asistencia de unos 25 participantes.  
Este año fue ayer (unos 20 asistentes).

El año próximo: Gabriel planea realizar una escuela/taller de sabor/EW/precisión/...



**¿Hay que reorganizar internamente la RED-FAE?**



Reunión general de la RED-FAE, 10-12 de Noviembre de 2016, Pachuca, Hidalgo, México

Segundo reporte que presento  
(Tras León 2015)



Con respecto a 2015: Se celebró una reunión previa a la general de la RED-FAE con una asistencia de unos 25 participantes.  
Este año fue ayer (unos 20 asistentes).

El año próximo: Gabriel planea realizar una escuela/taller de sabor/EW/precisión/...



**¿Hay que reorganizar internamente la RED-FAE?**

Mi postura es que **sí**. La estructura en WG's no ha sido tan satisfactoria como se esperaba **¿Volver a las 'fronteras'?**



Reunión general de la RED-FAE, 10-12 de Noviembre de 2016, Pachuca, Hidalgo, México

Segundo reporte que presento  
(Tras León 2015)



Con respecto a 2015: Se celebró una reunión previa a la general de la RED-FAE con una asistencia de unos 25 participantes. Este año fue ayer (unos 20 asistentes).

El año próximo: Gabriel planea realizar una escuela/taller de sabor/EW/precisión/...



**¿Hay que reorganizar internamente la RED-FAE?**

Mi postura es que **sí**. La estructura en WG's no ha sido tan satisfactoria como se esperaba **¿Volver a las 'fronteras'?**

Uno de los objetivos originales era involucrarnos a los 'recién llegados' y el resultado ha sido contraproducente. Propongo **coordinadores 'más senior'**



Reunión general de la RED-FAE, 10-12 de Noviembre de 2016, Pachuca, Hidalgo, México

Segundo reporte que presento  
(Tras León 2015)



Con respecto a 2015: Se celebró una reunión previa a la general de la RED-FAE con una asistencia de unos 25 participantes. Este año fue ayer (unos 20 asistentes).

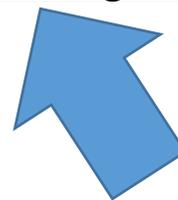
El año próximo: Gabriel planea realizar una escuela/taller de sabor/EW/precisión/...



**¿Hay que reorganizar internamente la RED-FAE?**

Mi postura es que **sí**. La estructura en WG's no ha sido tan satisfactoria como se esperaba **¿Volver a las 'fronteras'?**

Uno de los objetivos originales era involucrarnos a los 'recién llegados' y el resultado ha sido contraproducente. Propongo **coordinadores 'más senior'**



**¿Cómo?**



Reunión general de la RED-FAE, 10-12 de Noviembre de 2016, Pachuca, Hidalgo, México

Segundo reporte que presento  
(Tras León 2015)



Con respecto a 2015: Se celebró una reunión previa a la general de la RED-FAE con una asistencia de unos 25 participantes.  
Este año fue ayer (unos 20 asistentes).

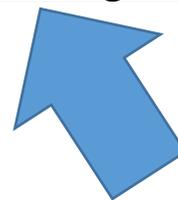
El año próximo: Gabriel planea realizar una escuela/taller de sabor/EW/precisión/...



### ¿Hay que reorganizar internamente la RED-FAE?

Mi postura es que **sí**. La estructura en WG's no ha sido tan satisfactoria como se esperaba **¿Volver a las 'fronteras'?**

Uno de los objetivos originales era involucrarnos a los 'recién llegados' y el resultado ha sido contraproducente. Propongo **coordinadores 'más senior'**



¿Cómo?

Mesa redonda:  
Problemáticas  
de la  
Comunidad



Reunión general de la RED-FAE, 10-12 de Noviembre de 2016, Pachuca, Hidalgo, México

Con respecto a 2015: Se celebró una reunión previa a la general de la RED-FAE con una asistencia de unos 25 participantes.  
Este año fue ayer (unos 20 asistentes).

## Pláticas



Gabriel López Castro,  
“Frontera de la intensidad”  
(desafortunada ausencia de  
última hora)



Jens Erler, “Física Electrodébil”



Iván Heredia,  
“Física de sabores  
pesados en CMS y D0”

**Y**  
**colaboradores**  
**respectivos**



Jorge Martínez, “Planes para la  
colaboración mexicana en Belle-II”



Pedro Podesta,  
“LNV (taus) en Belle-II”



Pablo Roig, “Física del tau: motivación”



Reunión general de la RED-FAE, 10-12 de Noviembre de 2016, Pachuca, Hidalgo, México

Con respecto a 2015: Se celebró una reunión previa a la general de la RED-FAE con una asistencia de unos 25 participantes.  
Este año fue ayer (unos 20 asistentes).

## Y también me gustaría decir algo de...



Isabel Pedraza, “Higgs en CMS”



Agustín Moyotl “Acoplos (SM & BSM) del Higgs”

**Y  
colaboradores  
respectivos**



Jürgen Engelfried, “El  
resurgimiento de la  
Física de kaones”



Javier Murillo “Física de top en LHC”

Disculpas  
anticipadas  
a todos



## Charged Higgs Workshop at MIT- November 2016

- Puebla participated in the publication of the results presented in the Charged Higgs 2016 Conference
- Puebla agreed to continue with the Charged Higgs to tau nu analysis.
- Puebla agreed to participate in the Charged Higgs to top bottom analysis





# Phenomenology of Higgs Physics Beyond SM

Theoretical motivations: Hierarchy problem.

Some open questions:

## 1.- *Higgs boson self-coupling*

- a) The one loop correction to  $hhh$  coupling is sensitive to effects of Standard Model Extension framework. Phys.Lett.B558, 157 (2003).
- b) Could be measured in the direct determination of Higgs boson pair in the LHC. Phys.Rev.D87, 011301 (2013).

## 2.- *Flavor violating decays (FVD)*

- a) Clear evidence of new physics beyond the SM.
- b) Recently the ATLAS and the CMS Collaborations have observed some possible hints of FVD of Higgs boson. ATLAS, Phys.Lett.B 749, 337; CMS JHEP 1511, 211.

## 3.- *New source of CP Violation in Higgs Decay*

- a) The explanation of the baryon asymmetry of the universe necessitates the CP violation beyond the SM.
- b) Tighter constraints on anomalous HVV interactions are obtained by combining the HZZ and HWW measurements by CMS. CMS Phys.Rev.D92 012014 (2015).



## Further NA62 Physics Program

- **Standard Kaon Physics**
  - Precision measurements of the branching ratio of all the main K decay modes
  - $\chi$ PT studies:  $K^+ \rightarrow \pi^+ \gamma \gamma$ ,  $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 e^+ e^-$ ,  $K^+ \rightarrow \pi^{0(+)} \pi^{0(-)} l^+ \nu$
  - LU study with the precision measurement of  $R_K = \Gamma(K^+ \rightarrow e^+ \nu) / \Gamma(K^+ \rightarrow \mu^+ \nu)$
- **LFV with Kaons:**
  - $K^+ \rightarrow \pi^+ \mu^\pm e^\mp$ ,  $K^+ \rightarrow \pi^- \mu^+ e^+$ ,  $K^+ \rightarrow \pi^- l^+ l^+$
- **Heavy neutrino searches:**
  - $K^+ \rightarrow l^+ \nu_h$
  - $\nu_h$  from K, D decays and  $\nu_h \rightarrow \pi l$
  - **Main Goal:  $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ , 100 events ( $\sim 40/\text{year}$ )**
- **$\pi^0$  decays:**
  - $\pi^0 \rightarrow \text{invisible}$ ,  $\pi^0 \rightarrow 3/4 \gamma$ ,  $\pi^0 \rightarrow U \gamma$
- **Dark sector searches:**
  - Long living dark photon decaying in  $l^+ l^-$  and produced by  $\pi^0 / \eta / \eta' / \Phi / \rho / \omega$  decays
  - Long living axion-like decaying in  $\gamma \gamma$  produced in a beam-dump configuration



## Mexican participation

- ▶ Experimental analysis techniques used in the area of **top quark physics** are in most cases very similar to the ones used in the area of **B-Physics**

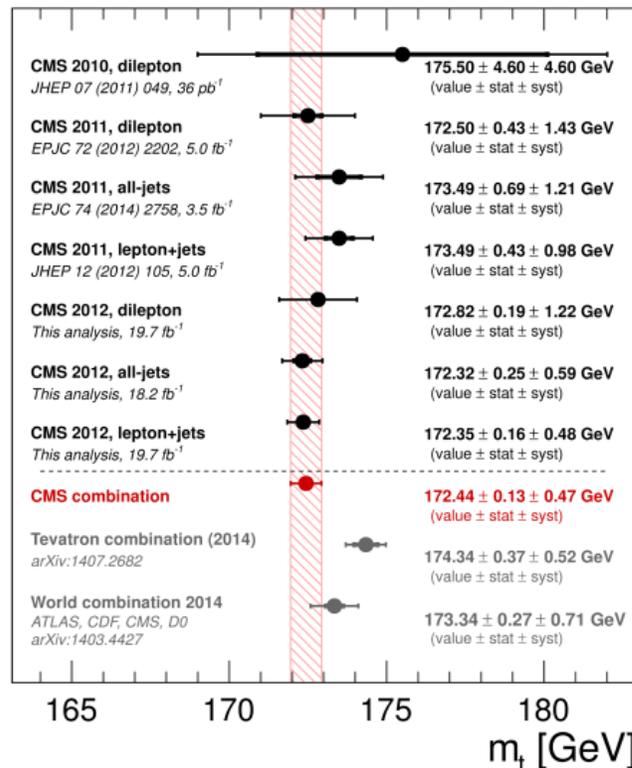
→ An area where the mexican experimental groups (such as **Cinvestav**) already have a lot of experience

→ Likelihood scans with templates, unfolding, techniques to search for BSM resonances or exotic particles, precision measurements, etc

- ▶ Experimental groups from individual institutions within ATLAS and CMS are well populated and usually focus over only one or two observables (such as  **$t\bar{t}$  cross-section, top mass, top width, W-boson polarisation,  $t\bar{t}$  spin correlations, search for stop quarks,  $t\bar{t}$  charge asymmetry ... etc**)

- ▶ Advantage is that these analyses imply directly **testing of the SM predictions** and also have a close relation with analyses **exploring BSM models such as SUSY**

## Current status for the $m_{top}$ measurement





Jens Erler, “Física Electrodébil”



Gabriel López Castro,  
“Frontera de la intensidad”  
(desafortunada ausencia de  
última hora)

# Introduction

Most searches for **Physics Beyond the Standard Model** fall into one of three categories:

New phenomena: use shape and rates to **distinguish from** hopefully small **background**

Rare or forbidden processes: few or even one event enough; vanishing or very **small** (reducible) **background**

Precision tests (this talk): small or tiny signal over SM “background” (irreducible but **calculable**); only insightful in greater context; **need** to know **accuracy accurately**



Jens Erler, "Física Electrodébil"

# Outline

- ▶ [Z boson](#): lineshape, decays, and the weak mixing angle
- ▶ [W boson](#): mass, width, and branching ratios
- ▶ [Top quark](#): mass uncertainty and impact on precision tests
- ▶ [Charm and bottom quarks](#): mass uncertainties and impact
- ▶ [Oblique parameters](#): current and future (FCC-ee as example)
- ▶ [Contact interactions](#): low-energy measurements



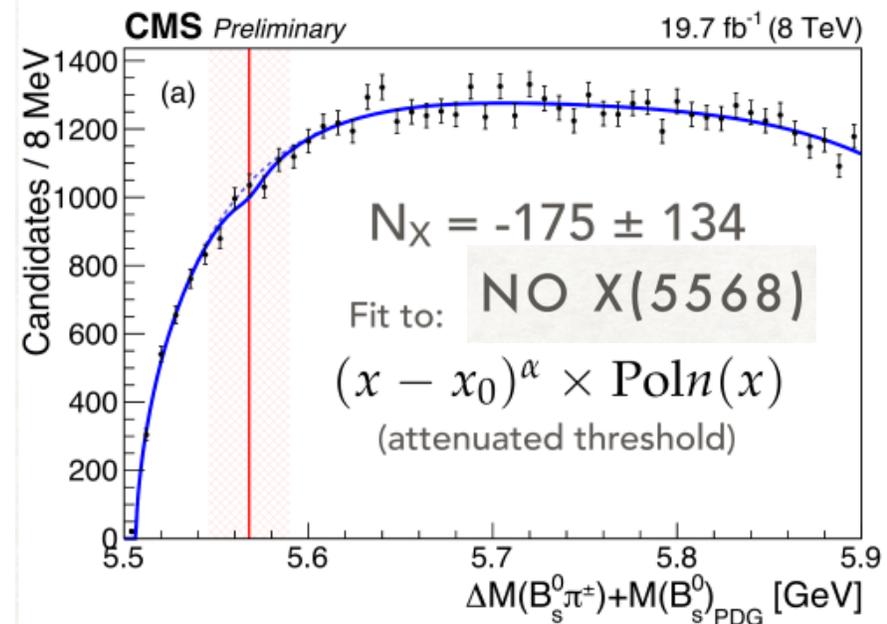
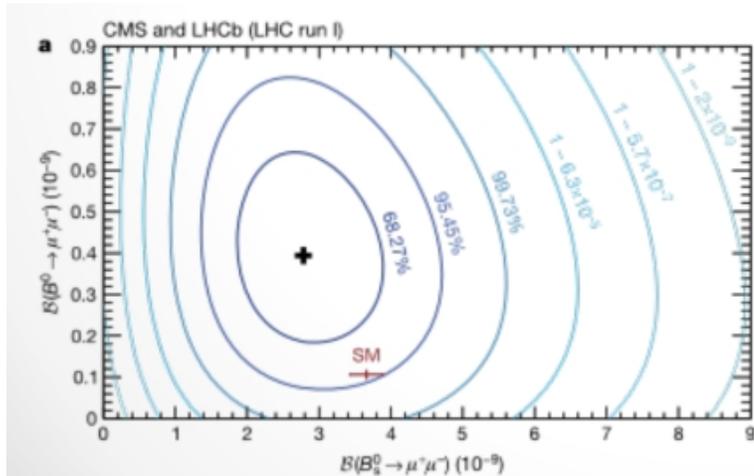
Jens Erler, "Física Electrodébil"

# Summary

- ▶ fixing the SM: determine fundamental parameters like  $\alpha_s$
- ▶ testing the SM: CKM unitarity and fermion universality tests
- ▶ over-constraining the SM: compute and measure derived quantities like  $M_W$ ,  $\sin^2\theta_W$ ,  $g_{\mu-2}$  and weak charges
- ▶ GUTs: e.g. gauge & Yukawa-coupling (bT) unification
- ▶ model-independent constraints on new physics: e.g. oblique parameters or four-fermion operators
- ▶ models: extra fermions or scalars; supersymmetry, extra dimensions, compositeness, extended Higgs sector models, dark sector models, ...

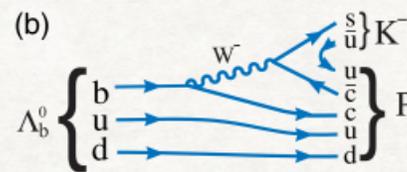
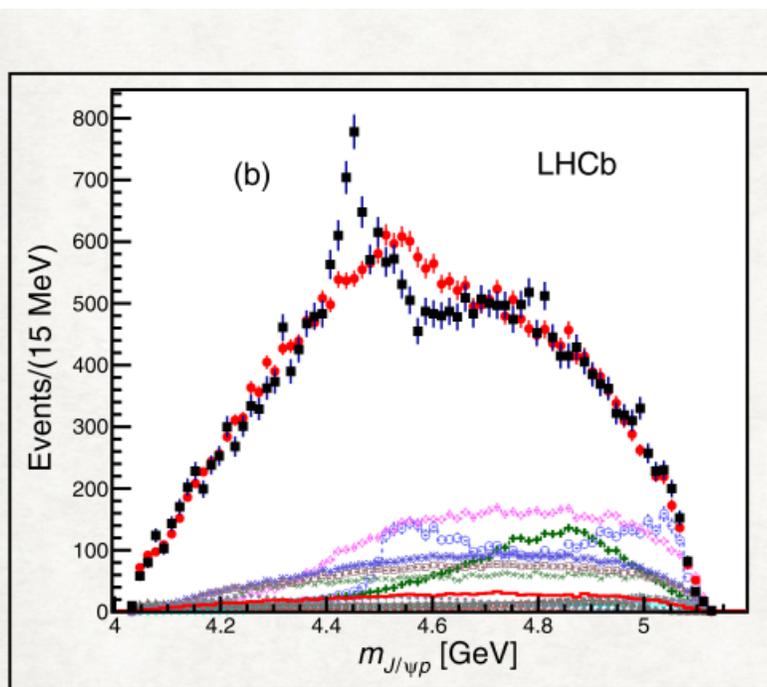


Iván Heredia, "Física de sabores pesados en CMS y D0"



Y colaboradores

(traslape con la sesión de QCD)



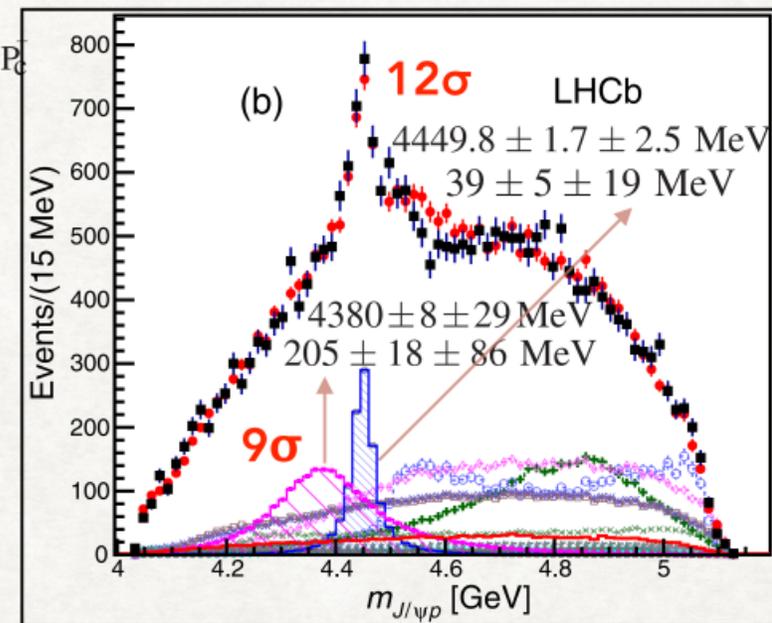
Adding 2 resonances:

$P_c(4450)^+ \rightarrow J/\psi p$

$P_c(4380)^+ \rightarrow J/\psi p$



$c\bar{c}uud$   
pentaquarks?





Iván Heredia,  
"Física de sabores pesados en CMS y D0"

# Summary

- The CMS experiment has produced **several competitive results** related to production, branching ratios, CPV, lifetimes, polarizations, and other properties of B hadrons.
- CMS will continue studying the  **$B_s^0$  system to search for anomalous CPV** using decays to  $J/\psi K^+ K^-$  and  $J/\psi \pi^+ \pi^-$  with 13 TeV data.
- The  **$B_c$ , B-baryon, quarkonium and exotic hadrons program** will also continue and benefit from the additional data **in Run II**.
- The observation of  **$B^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$**  is one of the main long term goals of CMS. Detector **upgrades will improve** its **sensitivity**.
- Similarly,  **$b \rightarrow s \mu^+ \mu^-$**  analyses are now within the core of the CMS B physics program. **Special trigger paths** have been incorporated for their detailed study with 13 TeV data.

## Y colaboradores

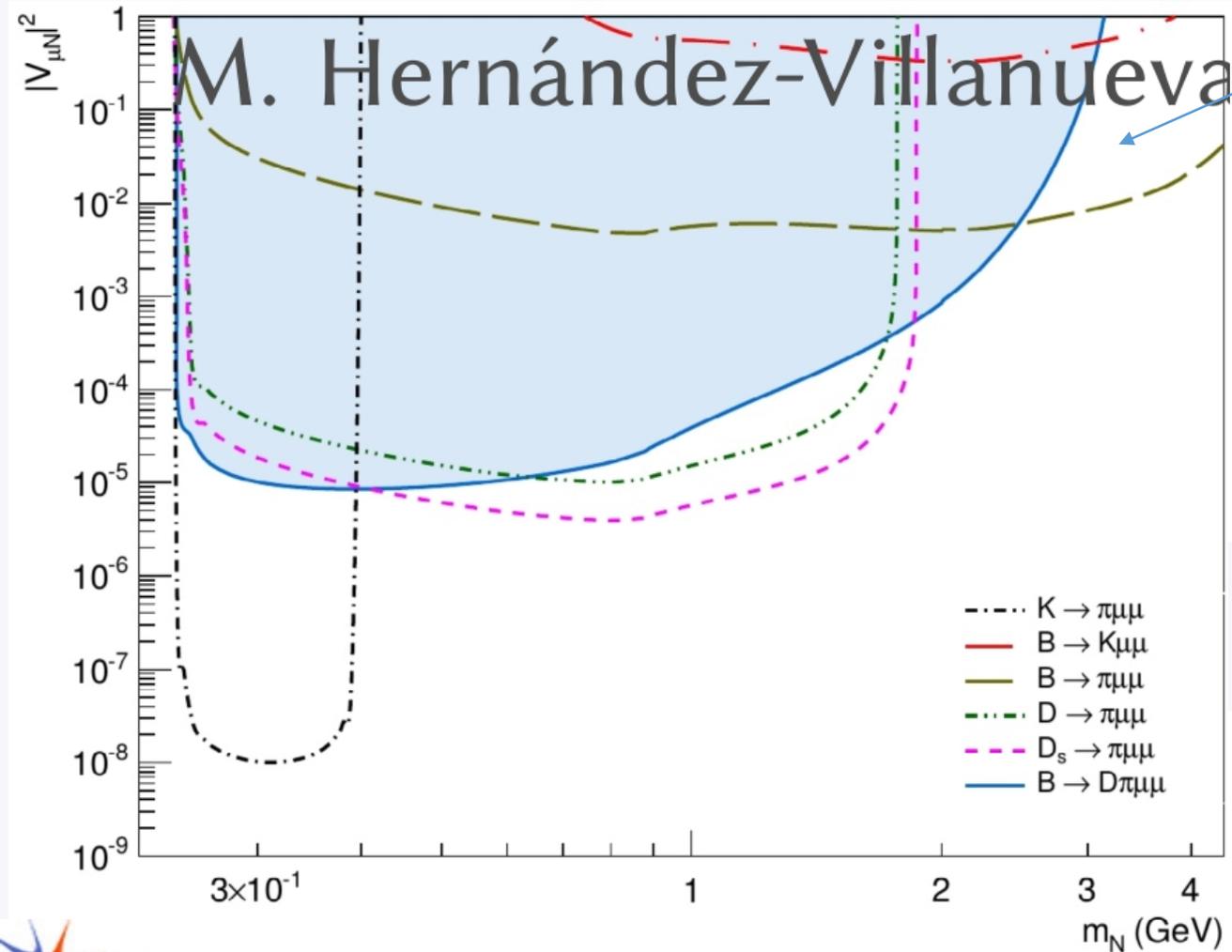
(futuro de la  
física de B's:  
Belle-II)





TAUOLA

- Sensitivity study in  $BR(B^0 \rightarrow D^- \pi^- \ell^+ \ell^+)$  probably will be published in **Belle II Physics Book**.



$\tau \rightarrow \eta^{(\prime)} \pi \nu_\tau$ , Second Class Current

- Mexican Collaboration in Belle II is having a significant contribution,
- Contributions in Computing, Hardware, Software and Analysis,
- We have a strong theoretical group proposing interesting analysis,

**Y colaboradores**





Pedro Podesta,  
 “LNV (taus) en Belle-II”

¡El problema son los fondos!

G. López Castro and N. Quintero (Phys. Rev. D 85 (2012) 076006)

Study of four-body  $\tau^\pm \rightarrow \nu_\tau l^\pm l^\pm X^\mp$  decays where  $l = e$  or  $\mu$  and  $X = n, K, \rho$  and  $K^*$  mesons. These decay processes violate the total lepton number ( $\Delta L = 2$ ) and can be induced by the exchange of Majorana neutrinos. We consider an scenario where these decays are dominated by the exchange of only one heavy neutrino which produces an enhancement of the decay amplitude via the resonant mechanism.

**Signal**

$\tau^- \rightarrow \pi^+ \mu^- \mu^- \nu_\tau$ , (BR  $\lesssim 10^{-5}$  %)

► **Background**

$\tau^- \rightarrow \pi^- \mu^- \mu^+ \nu_\tau$ , (BR  $\sim 10^{-6}$  %)

$\tau^- \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^- \nu_\tau$ , (BR  $9.31 \pm 0.06$  %)

1	$e^- \nu_\nu$	15	$K^0 \pi^- \bar{K}^0 \nu$	29	$K^- \pi^+ \pi^- \pi^0 \nu$
2	$\mu^- \nu_\nu$	16	$K^- K^0 \pi^0 \nu$	30	$K^- \pi^0 \pi^0 \pi^0 \nu$
3	$\pi^- \nu$	17	$K^- \pi^0 \pi^0 \nu$	31	$K^0 \pi^- \pi^+ \pi^- \nu$
4	$\rho^- \nu$	18	$K^- \pi^- \pi^+ \nu$	32	$\pi^- \bar{K}^0 \pi^0 \pi^0 \nu$
5	$a_1^- \nu$	19	$\pi^- \bar{K}^0 \pi^0 \nu$	33	$\pi^- K^+ K^- \pi^0 \nu$
6	$K^- \nu$	20	$\eta \pi^- \pi^0 \nu$	34	$\pi^- K^0 \bar{K}^0 \pi^0 \nu$
7	$K^{*-} \nu$	21	$\pi^- \pi^0 \gamma \nu$	35	$\pi^- \omega \pi^+ \pi^- \nu$
8	$\pi^- \pi^- \pi^+ \pi^0 \nu$	22	$K^- K^0 \nu$	36	$\pi^- \omega \pi^0 \pi^0 \nu$
9	$\pi^- \pi^0 \pi^0 \pi^0 \nu$	23	$\pi^- 4 \pi^0 \nu$	37	$e^- e^- e^+ \nu_\nu$
10	$2 \pi^- \pi^+ 2 \pi^0 \nu$	24	$\pi^- \omega \pi^0 \nu$	38	$f_1 \pi^- \nu$
11	$3 \pi^- 2 \pi^+ \nu$	25	$\pi^- \pi^+ \pi^- \eta \nu$	39	$K^- \omega \nu$
12	$3 \pi^- 2 \pi^+ \pi^0 \nu$	26	$\pi^- \pi^0 \pi^0 \eta \nu$	40	$K^- K^0 \pi^+ \pi^- \nu$
13	$2 \pi^- \pi^+ 3 \pi^0 \nu$	27	$K^- \eta \nu$	41	$K^- K^0 \pi^0 \pi^0 \nu$
14	$K^- \pi^- K^+ \nu$	28	$K^{*-} \eta \nu$	42	$\pi^- K^+ \bar{K}^0 \pi^- \nu$

43  $\tau^- \rightarrow \pi^+ \mu^- \mu^- \nu_\tau$

44  $\tau^- \rightarrow \pi^- \mu^- \mu^+ \nu_\tau$

200 000 evento (1-42)

400 000 events 43+44 (unweighted)

mdst  $\rightarrow$  tdst





Pablo Roig, "Física del tau: motivación"

Y colaboradores

$\tau^- \rightarrow (\eta\pi)^- \nu_\tau$  : Esfuerzo **experimental+teórico** para descubrir:

- i) Corrientes de segunda clase **inducidas** por un efecto de violación de G-paridad en el **SM**
- ii) Acotar la posible contribución de un **Higgs cargado (competitivo)**
- iii) Descubrir corrientes **genuinas** de segunda clase (**Nueva Física**)





Pablo Roig, "Física del tau: motivación"

Y colaboradores

$\tau^- \rightarrow (\eta\pi)^- \nu_\tau$  : Esfuerzo **experimental+teórico** para descubrir:

- i) Corrientes de segunda clase **inducidas** por un efecto de violación de G-paridad en el **SM**
- ii) Acotar la posible contribución de un **Higgs cargado (competitivo)**
- iii) Descubrir corrientes **genuinas** de segunda clase (**Nueva Física**)



**Análisis inclusivos** del ancho hadrónico del tau: Determinación de **parámetros fundamentales del SM** ( $\alpha_s, V_{us}, \dots$ ).  
No se midieron las **funciones espectrales** en BaBar/Belle. **¡Mídanlas en Belle-II!**



Reunión general de la RED-FAE, 10-12 de Noviembre de 2016, Pachuca, Hidalgo, México



Pablo Roig, "Física del tau: motivación"

Y colaboradores

$\tau^- \rightarrow (\eta\pi)^- \nu_\tau$  : Esfuerzo **experimental+teórico** para descubrir:

- i) Corrientes de segunda clase **inducidas** por un efecto de violación de G-paridad en el **SM**
- ii) Acotar la posible contribución de un **Higgs cargado (competitivo)**
- iii) Descubrir corrientes **genuinas** de segunda clase (**Nueva Física**)



**Análisis inclusivos** del ancho hadrónico del tau: Determinación de **parámetros fundamentales del SM** ( $\alpha_s, V_{us}, \dots$ ).

No se midieron las **funciones espectrales** en BaBar/Belle. **¡Mídanlas en Belle-II!**

**Análisis exclusivos** hadrónicos: Mejora en la determinación de masa/ancho de **resonancias** (parámetros polo) y en el conocimiento de **fondos** para búsquedas de nueva física.





Pablo Roig, "Física del tau: motivación"

Y colaboradores

$\tau^- \rightarrow (\eta\pi)^- \nu_\tau$  : Esfuerzo **experimental+teórico** para descubrir:

- i) Corrientes de segunda clase **inducidas** por un efecto de violación de G-paridad en el **SM**
- ii) Acotar la posible contribución de un **Higgs cargado (competitivo)**
- iii) Descubrir corrientes **genuinas** de segunda clase (**Nueva Física**)



**Análisis inclusivos** del ancho hadrónico del tau: Determinación de **parámetros fundamentales del SM** ( $\alpha_s, V_{us}, \dots$ ).  
No se midieron las **funciones espectrales** en BaBar/Belle. **¡Mídanlas en Belle-II!**

**Análisis exclusivos** hadrónicos: Mejora en la determinación de masa/ancho de **resonancias** (parámetros polo) y en el conocimiento de **fondos** para búsquedas de nueva física.

**LFV**: Medida = Nueva Física (*Pero, ¿qué problema del SM resuelve?*)





Pablo Roig, "Física del tau: motivación"

Y colaboradores

$\tau^- \rightarrow (\eta\pi)^- \nu_\tau$  : Esfuerzo **experimental+teórico** para descubrir:

- i) Corrientes de segunda clase **inducidas** por un efecto de violación de G-paridad en el **SM**
- ii) Acotar la posible contribución de un **Higgs cargado (competitivo)**
- iii) Descubrir corrientes **genuinas** de segunda clase (**Nueva Física**)



**Análisis inclusivos** del ancho hadrónico del tau: Determinación de **parámetros fundamentales del SM** ( $\alpha_s, V_{us}, \dots$ ).  
No se midieron las **funciones espectrales** en BaBar/Belle. **¡Mídanlas en Belle-II!**

**Análisis exclusivos** hadrónicos: Mejora en la determinación de masa/ancho de **resonancias** (parámetros polo) y en el conocimiento de **fondos** para búsquedas de nueva física.

**LFV**: Medida = Nueva Física (*Pero, ¿qué problema del SM resuelve?*)

**Desintegraciones leptónicas**: Tests de universalidad, parámetros de Michel, ...



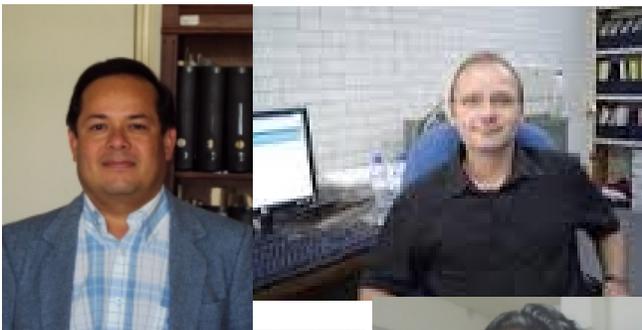
Reunión general de la RED-FAE, 10-12 de Noviembre de 2016, Pachuca, Hidalgo, México



Y  
colaboradores  
respectivos



# WG Flavor & EW Physics



Pablo Roig  
Dpto. de Física del Cinvestav, Ciudad de México



Reunión general de la RED-FAE, 10-12 de Noviembre de 2016, Pachuca, Hidalgo, México



# WG Flavor & EW Physics



Gabriel López Castro  
Dpto. de Física del Cinvestav, Ciudad de México



Reunión general de la RED-FAE, XX-YY de ¿Noviembre? de 2017, ZZ, WW, México