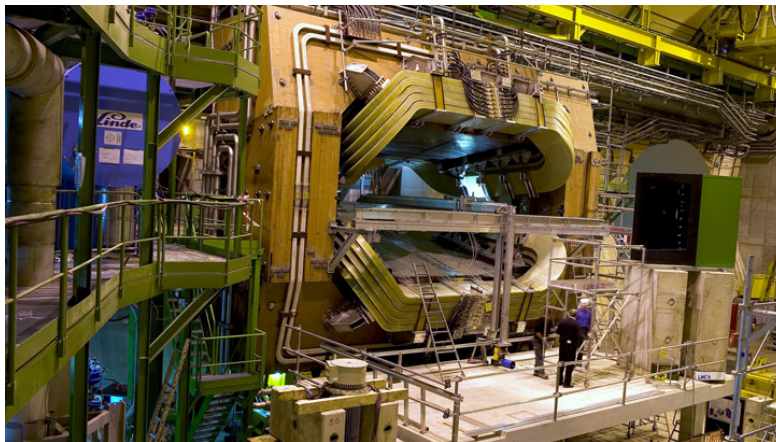


21/12/2016

Estrechando el cerco a la Nueva Física



La descripción más precisa de la Naturaleza en el nivel más elemental es el Modelo Estándar, pero deja cuestiones relevantes sin respuesta. Para responderlas, los físicos plantean una teoría más fundamental, denominada genéricamente Nueva Física, que necesita consecuencias observables para ser validada. El investigador de la UAB y del IFAE Joaquín Matias explica cómo los experimentos más recientes apuntan hacia las primeras evidencias de esta Nueva Física, con la detección de observables que fueron propuestos por su equipo de investigación.

LHCb/CERN

De qué está hecho el mundo en última instancia? Podemos entender toda la materia que nos rodea y nos constituye en términos de simples elementos básicos y unas sencillas leyes? El objetivo principal de la física de partículas es responder a estas cuestiones y entender la Naturaleza al nivel más elemental. La más reciente y precisa descripción, llamada el «Modelo Estándar» (ME), recibió una remarcable confirmación el 2012 con el descubrimiento del bosón de Higgs en los experimentos de ATLAS y CMS en el Gran Colisionador de Hadrones o LHC (CERN, Ginebra). A pesar del éxito, sabemos que el ME no es la respuesta final porque deja muchas cuestiones relevantes sin respuesta. Una teoría más fundamental, de la cual el ME derivaría, es necesaria para solucionar estas cuestiones: las consecuencias de esta teoría más fundamental están siendo buscadas activamente en el LHC y se llaman genéricamente «Nueva Física».

En los últimos años, en el LHC y en experimentos anteriores (llamados factorías de mesones B), los físicos han empezado a probar el ME en desintegraciones de partículas nunca antes observadas y a energías nunca exploradas hasta ahora. Como consecuencia de estas investigaciones, una serie de desviaciones respecto a las predicciones del ME se han puesto de manifiesto. Los aceleradores de partículas producen partículas efímeras que rápidamente se desintegran en partículas más ligeras, con distintas probabilidades. Algunas de estas desintegraciones suceden raramente en el ME y pueden ser más susceptibles de resultar afectadas más fácilmente por la presencia de la escurridiza Nueva Física. Estas «desintegraciones raras» son una herramienta poderosa para explorar la física más allá del ME.

En julio de 2013 en la conferencia internacional de física de altas energías EPS en Estocolmo el experimento LHCb (CERN, Ginebra) presentó por primera vez las medidas de una particular desintegración rara, usando cantidades que describían la geometría de la desintegración y que fueron diseñadas para ser particularmente sensibles a la Nueva Física. Estos observables fueron propuestos y calculados en el ME por un grupo de investigadores de la UAB y del CNRS formados por el profesor de Física de la UAB Joaquim Matias, Sebastien Descotes-Genon director del LPT de Orsay (CNRS y Univ. Paris-Sud, Francia) y Javier Virto actualmente postdoc en la universidad de Berna (Suiza). El grupo se ha ampliado recientemente con L. Hofer (UB) y B. Capdevila (IFAE). Los resultados indicaban una fuerte desviación de la predicción del ME en la cantidad denominada $P5'$, insinuando la presencia de Nueva Física.

Los resultados han generado un gran interés por parte de teóricos y experimentales motivando nuevos avances. Por la vertiente teórica, alternativas para explicar «la anomalía en $P5'$ » dentro del ME han sido extensamente discutidos. “Aun cuando no hemos encontrado una explicación convincente con los actuales conocimientos dentro del ME, hemos ido un paso más allá y hemos propuesto nuevos tests libres de incertidumbres en el ME, para probar el patrón emergente de desviaciones”, explica J. Matias.

En la vertiente experimental, una larga lista de noticias nos ha llegado. En marzo del 2015 en la conferencia de Moriond, LHCb confirmó, usando más datos, la anomalía en $P5'$ observada el 2013. El experimento Belle (KEK, Tsukuba, Japón) reanalizando los datos almacenados también confirmó hace unos meses la observación hecha por LHCb. Ambos experimentos han estado analizando otras desintegraciones raras con consecuencias sorprendentes. No observaron desviaciones claras del ME para desintegraciones que involucraban electrones, pero en cambio registraron desviaciones significativas para desintegraciones similares que involucrasen los primos más masivos, los muones y los taus. Este comportamiento no es atribuible a efectos del ME, donde los tres tipos de leptones (electrones, muones y taus) son tratados en pie de igualdad: esta «universalidad del sabor leptónico» parecería rota de acuerdo a estos recientes resultados experimentales.

La mejor forma de entender estas desviaciones consiste en analizar todas estas desintegraciones en un marco global único. Encontramos que sencillas hipótesis sobre la naturaleza de la Nueva Física nos permitían explicar todas estas desviaciones elegantemente, tal y como diferentes grupos teóricos que han analizado los datos han confirmado. Algunos modelos de Nueva Física de moda, para explicar estas anomalías, introducen una nueva interacción (transmitida por un bosón Z') o nuevos tipos de partícula (llamada leptoquark).

Un resultado muy interesante ha sido anunciado recientemente por Belle en la conferencia

internacional CKM en diciembre de 2016 en Mumbai (India). “Ellos implementaron el nuevo test que propusimos y encontraron un interesante resultado, aunque sin significancia estadística aún, pero de acuerdo con lo que observamos en otras desintegraciones: los muones parecen más afectados por la Nueva Física que los electrones”, comenta J. Matias. Si se confirma con suficiente significancia por LHCb y/o el experimento Belle-II, este prometedor resultado puede llevarnos a una clara evidencia de Nueva Física. Esto desencadenaría un cambio importante en la manera en la que entendemos las partículas elementales.

Sin duda nos esperan tiempos excitantes para los grupos teóricos y los equipos experimentales de LHCb, Belle y CMS que están uniendo fuerzas para clarificar este rompecabezas de la Naturaleza.

Joaquim Matias

Departamento de Física
Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)

Instituto de Física de Altas Energías (IFAE)
matias@ifae.es

Referencias

Angular analysis of the $B \rightarrow K^* \mu^+ \mu^-$ decay using 3 fb^{-1} of integrated luminosity, R. Aaij et al. (LHCb Collaboration). *JHEP* 1602 (2016) 104. (confirmación de la anomalía en P_5' el 2015)

Global analysis of $b \rightarrow s \ell \ell$ anomalies, S. Descotes-Genon, L. Hofer, J. Matias, J. Virto, *JHEP* 1606 (2016) 092. (análisis global donde se encuentran las tensiones por encima de 4.5 sigmas)

Assessing lepton-flavour non-universality from $B \rightarrow K^* \ell \ell$ angular analyses, B. Capdevila, S. Descotes-Genon, J. Matias, J. Virto. *JHEP* 1610 (2016) 075. (nuestra propuesta de test complementario)

Angular analysis of $B_0 \rightarrow K^*(892) \ell^+ \ell^-$, A. Abdesselam et al. (Belle Collaboration), *arXiv*: 1604.04042. (confirmación de la anomalía en P_5' por Belle el 2016)

Lepton-Flavour-Dependent Angular Analysis of $B \rightarrow K^* \ell^+ \ell^-$, S. Wehle et al. (Belle Collaboration). *arXiv*: 1612.05014. (primer resultado del test aunque con estadística muy baja)

[View low-bandwidth version](#)