

21/12/2016

Estrenyent el llaç a la Nova Física



La descripció més precisa de la Natura al nivell més elemental és el Model Estàndard, però deixa qüestions rellevants sense resposta. Per respondre-les, els físics plantejen una teoria més fonamental, anomenada genèricament Nova Física, que necessita conseqüències observables per ser validada. L'investigador de la UAB i l'IFAE Joaquim Matias explica com els experiments més recents apunten cap a les primeres evidències d'aquesta Nova Física, amb la detecció d'observables que van ser proposats pel seu equip de recerca.

LHCb/CERN

De què està fet el món en última instància? Podem entendre tota la matèria que ens envolta i que ens constitueix en termes de senzills elements bàsics i unes senzilles lleis? L'objectiu principal de la física de partícules és respondre aquestes qüestions i entendre la Natura al nivell més elemental. La més recent i precisa descripció, anomenada el «Model Estàndard» (ME), va rebre una remarcable confirmació el 2012 amb la descoberta del bosó de Higgs als experiments d'ATLAS i CMS al Gran Col.lisionador d'Hadrons o LHC (CERN, Ginebra). Tot i l'èxit, sabem que el ME no és la resposta final perquè deixa moltes qüestions rellevants sense resposta. Una teoria més fonamental, de la qual el ME en derivaria, és necessària per solucionar aquestes qüestions: les conseqüències d'aquesta teoria més fonamental estan essent buscades activament al LHC, i s'anomenen genèricament com «Nova Física».

En els darrers anys, al LHC i en experiments anteriors (anomenats factories de B's), els físics han començat a provar el ME en desintegracions de partícules mai observades

abans i a energies mai explorades fins ara. Com a conseqüència d'aquestes investigacions, una sèrie de desviacions respecte les prediccions del ME han sortit a la llum. Els acceleradors de partícules produeixen partícules efímeres que ràpidament es desintegren en partícules més lleugeres, amb diferents probabilitats. Algunes d'aquestes desintegracions succeïxen rarament en el ME i poden ser més susceptibles de ser afectades més fàcilment per la possible presència de l'esmunyedissa Nova Física. Aquestes «desintegracions rares» són una eina poderosa per explorar la física més enllà del ME.

El juliol del 2013 a la conferència internacional de física d'altres energies EPS a Stockholm, l'experiment LHCb (CERN, Ginebra) va presentar per primera vegada les mesures d'una particular desintegració rara, usant quantitats que descriuen la geometria de la desintegració i dissenyades per ser particularment sensibles a Nova Física. Aquests observables van ser proposats i calculats en el ME per un grup d'investigadors de la UAB i del CNRS format pel professor de Física de la UAB Joaquim Matias, Sebastien Descotes-Genon director del LPT a Orsay (CNRS i Univ. Paris-Sud, França), i Javier Virto actualment postdoc a la universitat de Berna (Suïssa). El grup s'ha ampliat recentment amb L. Hofer (UB) i B. Capdevila (IFAE). Els resultats indicaven una gran desviació de la predicció del ME en la quantitat anomenada $P5'$, insinuant la presència de Nova Física.

Els resultats han generat un gran interès per part de teòrics i experimentals motivant nous progressos. Per la vessant teòrica, alternatives per explicar «l'anomalia a $P5'$ » dins del ME han estat discutits extensament. "Tot i que no hem trobat una explicació convincent amb els coneixements actuals dins del ME, hem anat més enllà i hem proposat nous test lliures d'incerteses del ME, per testejar el patró emergent de desviacions", explica J. Matias.

A la vessant experimental, una llarga llista de notícies ens han arribat. El març de 2015 a la conferència de Moriond, LHCb va confirmar, usant més dades, l'anomalia a $P5'$ observada el 2013. L'experiment Belle (KEK, Tsukuba, Japó) reanalitzant les seves dades emmagatzemades va confirmar fa uns mesos l'observació feta per LHCb. Ambdós experiments han analitzat altres desintegracions rares amb conseqüències sorprenents. No van observar desviacions clares del ME per desintegracions que involucrin electrons, però en canvi van registrar desviacions significatives per desintegracions similars que involucrin els cosins més massius, els muons i els taus. Aquest comportament no es pot atribuir a efectes del ME, on els tres tipus de leptons (electrons, muons i taus) són tractats en peu d'igualtat: aquesta «universalitat del sabor leptònic» semblaria trencada d'acord amb aquests recents resultats experimentals.

La millor manera d'entendre aquestes desviacions consisteix en analitzar totes aquestes desintegracions en un marc global únic. Ens trobem que senzilles hipòtesis sobre la natura de la Nova Física ens permeten explicar totes aquestes desviacions elegantment, tal i com diferents grups teòrics que han analitzat les dades han confirmat. Alguns models de Nova Física de moda, per explicar aquestes anomalies, introdueixen una nova interacció (transmesa per un bosó Z') o a nous tipus de partícula (anomenada leptoquark).

Un resultat molt interessant ha estat anunciat recentment per Belle a la conferència internacional CKM el desembre de 2016 a Mumbai (India). "Els van implementar el nou test que vam proposar i van trobar un interessant resultat, tot i que sense cap significança estadística encara, però d'acord amb el que observem a altres desintegracions: els muons semblen ser afectats per la Nova Física molt més que els electrons" comenta J. Matias. Si es confirma amb suficient significança per LHCb i/o l'experiment Belle-II, aquest

engrescador resultat pot portar a una clara evidència de Nova Física. Això desencadenaria un canvi important en la manera que s'entenen les partícules elementals.

Sens dubte tenim per endavant temps excitants pels grups teòrics i els equips experimentals de LHCb, Belle i CMS que estan unint forces per clarificar el trencaclosques de la Natura.

Joaquim Matias

Departament de Física
Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)

Institut de Física d'Altes Energies (IFAE)
matias@ifae.es

Referències

[View low-bandwidth version](#)