

Vida Científica

SEMBLANZAS DE LOS PREMIOS NOBEL

EN FÍSICA 2013

El Premio Nobel de Física 2013 fue concedido conjuntamente a FRANÇOIS ENGLERT y PETER W. HIGGS "por el descubrimiento teórico de un mecanismo que contribuye a nuestra comprensión del origen de la masa de las partículas subatómicas, y que recientemente fue confirmado gracias al descubrimiento de la partícula fundamental predicha, en los experimentos ATLAS y CMS en el LHC del CERN".



Peter W. Higgs (1929). Universidad de Edimburgo, Reino Unido.

Pocos premios en los últimos años parecían más "cantados" que éste. En efecto, desde que el 4 de julio de 2012 el CERN anunció oficialmente que los experimentos habían detectado una partícula "compatible con el mecanismo de Higgs" pocos dudaban de que el premio sería concedido más pronto que tarde (especialmente dada la edad avanzada de los posibles galardonados) a alguno o algunos de los físicos implicados en la cuestión. El problema para el comité Nobel era que estos físicos implicados eran más de tres, el número máximo de personas que pueden compartir el premio.

En efecto, Peter Higgs, por una parte, y François Englert y ROBERT BROUT, por otra, habían publicado casi simultáneamente en 1964 sendos artículos en los que proponían un mecanismo que dotaría de masa a las partículas. Pocos meses después (y, según alguno de los

autores, debido a las huelgas del servicio de correos británico) GERALD GURALNIK, CARL. R. HAGEN y TOM KIBBLE enviaron otro artículo en el que proponían básicamente la misma idea. De hecho la *American Physical Society* ya concedió el *Premio Sakurai* de 2010 a los seis físicos por sus contribuciones. Lamentablemente un año después murió Robert Brout, que ya no podría recibir el Premio Nobel. Finalmente el Premio Nobel fue compartido por Higgs y Englert.



François Englert (1930). Universidad Libre de Bruselas, Bélgica.

En 1961 SHELDON GLASHOW había propuesto un modelo teórico que unificaba la interacción electromagnética y la interacción débil. Ambas interacciones estarían unificadas a energías por encima de los 100 GeV pero estaban separadas a las energías del universo actual. El problema estaba en que la interacción electromagnética tiene alcance infinito, compatible con la masa nula del fotón, mientras que la interacción débil tiene un alcance muy corto, lo que exigiría que las partículas portadoras tuvieran una masa grande. Por ello Glashow se vio obligado a introducir estas masas con una justificación meramente empírica. Se pensaba que tales masas podrían aparecer por una ruptura espontánea de simetría pero esto tropezaba con un serio obstáculo, el teorema de GOLDSTONE, que afirmaba que una ruptura espontánea de una simetría *global* debe dar lugar a partículas de masa nula, que nunca se habían observado. Higgs y los demás se dieron cuenta de que el teorema de



"El sexteto de Higgs", Premio de la APS en honor a J.J. Sakurai y la historia del mecanismo de Higgs. De izquierda a derecha: R. Brout, F. Englert, G. Guralnik, C.R. Hagen, P.W. Higgs y T. Kibble.

Goldstone podía evitarse si la simetría rota era una simetría local, una simetría *gauge* como las que aparecían en las teorías gauge no abelianas que YANG y MILLS habían propuesto en 1954.

Lo que provocaba la ruptura de simetría era la desexcitación de un campo que adquiriría un valor de vacío inferior al que tenía en el estado simétrico. En 1967 ABDUS SALAM y STEVEN WEINBERG introdujeron este mecanismo en la teoría de Glashow con lo que la teoría electrodébil quedó perfectamente formulada. Aunque el motivo inicial de la propuesta del campo era explicar las masas de los bosones intermediarios de la interacción débil, el hecho es que cualquier partícula interaccionaría con este campo de Higgs y se vería frenada, de forma parecida a como la luz se frena en un medio material.

Aun quedaba un problema y es que todavía había muchas dudas sobre la validez de las teorías gauge. Este problema se resolvió en 1972 cuando G. 'T HOOFT y M. VELTMAN demostraron que tales teorías eran renormalizables. Con esto quedaba establecido el *modelo estándar* de la física de partículas. Poco a poco se fueron confirmando las predicciones del modelo estándar. Además, si las masas de las partículas eran proporcionales a la intensidad de su interacción con el campo de Higgs, también se podía conjeturar la masa de las nuevas partículas a partir de las ya conocidas. No obstante quedaba por confirmar el último paso.

El propio campo de Higgs interaccionaría consigo mismo. El mismo Higgs había dicho en un segundo artículo posterior: "*Vale la pena señalar que una característica esencial de una teoría como la descrita en esta nota es la predicción de multipletes incompletos de bosones escalares y vectoriales*". Quizá sea esta referencia explícita la que ha hecho que se popularizara la expresión *bosón de Higgs*, aunque la existencia de esta partícula, o partículas, estaba implícita en todos los trabajos.

De hecho, en algunas conferencias dedicadas a estos temas previas a la concesión del Premio Nobel, se evitaba cuidadosamente la expresión bosón de Higgs y se utilizaba en general la expresión más neutra de *bosón escalar*. No obstante, esta expresión ya supone que los multipletes de que hablaba Higgs se reducen a un único bosón de espín cero. Esto es en efecto lo que postula el modelo estándar más sencillo, aunque hay modelos más complicados que admiten también bosones vectoriales.

Experimentos en el LEP en los años 80 habían puesto de manifiesto la existencia de corrientes neutras y habían medido la masa de los bosones vectoriales W y Z, portadores de la interacción electrodébil. Estos experimentos hacían colisionar haces de electrones y positrones, acelerados a velocidades próximas a la de la luz, en un túnel circular de más de 27 km de circunferencia. Sin embargo, para detectar la hipotética partícula de Higgs era necesario alcanzar energías más altas. Por ello, en 1995, el Consejo Científico del CERN aprobó la construcción de un acelerador de protones aprovechando el túnel que se había construido para el LEP. Con esto se conseguiría una energía mucho mayor, aunque tenía algunas desventajas. Se pueden crear y conservar haces de antielectrones (positrones), pero es prácticamente imposible hacer lo mismo con antiprotones. Por eso lo que colisiona ahora es materia con materia, lo que hace algo más difícil el análisis. Además, la desintegración de las posibles partículas de Higgs formadas puede tener lugar a través de varias vías diferentes, y muchos de los productos resultantes quedan enmascarados por un fondo de productos procedentes de otros procesos que no tienen nada que ver con lo que se busca. Para discriminar los sucesos realmente procedentes de desintegraciones del Higgs y tener una estadística fiable es necesario examinar un número muy elevado de colisiones. Estos problemas fueron superados y los dos experimentos principales llevados a cabo simultáneamente en el LHC detectaron dos vías de desintegración



Los tres Premios Príncipe de Asturias en Investigación Científica y Técnica 2013, de derecha a izquierda: Rolf Heuer, en su calidad de director general del CERN, y los dos Premios Nobel de Física, François Englert y Peter W. Higgs.

(vía dos fotones muy energéticos y vía 4 leptones) que destacaban claramente sobre el fondo hadrónico normal. Quedaba así demostrada la existencia de una partícula “compatible con el mecanismo de Higgs”.

El hecho de que se haya observado la desintegración en dos fotones implica que la partícula no puede tener espín 1. A medida que se examinan más sucesos parece confirmarse la idea de que la partícula detectada es efectivamente un bosón escalar (espín 0). En cualquier caso le cabe el honor de ser el único bosón escalar conocido. Finalmente, en 2013 Higgs y Englert también

compartieron el *Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica* con la Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN).

J. Javier García Sanz
Departamento de Física Fundamental