CC BY

Estudios sobre el **Mensaje Periodístico**
ISSN-e: 1988-2696

http://dx.doi.org/10.5209/ESMP.58040

EDICIONES COMPLUTENSE

Comunicación pública de la ciencia y ética periodística. La representación del bosón de Higgs

Francisco López-Cantos[1]

Recibido: 7 de noviembre de 2016 / Aceptado: 23 de mayo de 2017

Resumen. En este artículo, nos ocupamos de determinar el grado de adecuación de la representación del conocimiento a la ética periodística cuando se hace uso de imágenes que son el resultado de los hallazgos científicos. Para ello, analizamos la forma de presentar visualmente la información aparecida en prensa, concretamente en el diario *El País*, en relación al considerado el descubrimiento científico más relevante de los últimos tiempos: el bosón de Higgs. Los resultados de la investigación, muestran la estrategia de representación y comunicación pública del descubrimiento, así como la escasa observancia de los principios éticos mínimos en la práctica periodística en el proceso consolidación del supuesto hallazgo en el imaginario colectivo de la denominada "partícula de Dios".
Palabras clave: Investigación científica; periodismo; ética; comunicación pública de la ciencia; representación del conocimiento; imagen; visualización de datos.

[en] Public Communication of Science and journalistic ethics. The Representation of the Higgs boson

Abstract. In this article, we deal to establish the adequacy degree of knowledge representation to journalistic ethics as the result of scientific findings. To do this, we analyze the visual information appearing in the press, specifically in the newspaper *El País*, related to the considered the most important scientific discovery of recent times: the Higgs boson. The results show the particular strategy of representation and public communication of the discovery, and the poor observance of minimum ethical principles in journalistic practice during the process of cultural consolidation of the discovery of the so-called "God particle".
Keywords: Scientific research; Journalism; Ethics; Public Communication of Science; Knowledge representation; Visual Representation; Data Visulization; Imaging.

Sumario. 1. Introducción. 2. El CERN y la comunicación visual de la Ciencia. 3. Representación de la ciencia y ética periodística. 4. Metodología de trabajo. 5. Resultados de la investigación. 6. Conclusiones. 7. Referencias bibliográficas.

Cómo citar: López-Cantos, Francisco (2017): "Comunicación pública de la ciencia y ética periodística. La representación del bosón de Higgs", en *Estudios sobre el Mensaje Periodístico* 23 (2), 1199-1213.

[1] Universitat Jaume I
E-mail: flopez@uji.es

1. Introducción

El 21 de diciembre de 1994 se publicaba en la edición impresa de *El País* el primer artículo que inauguraba lo que, con el tiempo, acabaría por convertirse en un tópico y merecer una etiquetas específicas en el tesauro usado en el sistema de catalogación del diario: El bosón de Higgs. Y el título prometía: "Un acelerador para entender el Universo" (Rivera, 1994).

El ambicioso programa investigación se promocionaba como "una herramienta indispensable para trazar sólidos cimientos científicos para el siglo XXI", y el hallazgo de la denominada 'particula de Dios' resultaba imprescindible.

El Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire era desconocido para el público en general y el relato periodístico de la construcción del LHC (Large Hadron Collider), diseñado específicamente para demostrar la existencia del bosón de Higgs, comenzó a situar al CERN en el imaginario colectivo. En este primer artículo no había representación alguna ni de lo que sería la infraestructura que albergaría el LHC ni de la forma que podría tener la famosa partícula.

El objetivo de este trabajo es, en primer lugar, analizar la forma en que el bosón de Higgs se ha representado en imágenes desde entonces. Y, a partir de ello, determinar el grado de observancia de los requerimientos éticos aplicables a la actividad periodística en este proceso de comunicación pública de la ciencia.

No está en el interés de este texto dirimir la complejidad de aspectos inherentes a la comunicación pública de la ciencia, al respecto se puede consultar abundante literatura, por ejemplo Elías (2008), Cortiñas (2009), o De Semir (2014) y multitud de textos específicos sobre los cambios contemporáneos en las formas de difusión de la Ciencia, como por ejemplo Trench (2007), Schäfer (2009) o Suleski y Ibaraki (2010), entre muchos otros.

En lo que nos ocupa, es interesante el análisis de Sharon y Baram-Tsabari (2014) del argot utilizado en el CERN en las ruedas de prensa, así como el estudio de Courvoisier, Clémence, y Green (2011) sobre la recepción de la información divulgada por el CERN, a partir del *modelo del déficit* y desde una aproximación cognitiva; y también el trabajo de Kahle (2012) en relación al impacto que tuvo el anuncio del hallazgo del bosón de Higgs en los medios de comunicación.

2. El CERN y la comunicación visual de la Ciencia

En el CERN, la comunicación pública es considerada prioritaria y está centralizada en el *Education, Communications & Outreach group*. Entre sus actividades más importantes de difusión se encuentra la puesta a disposición pública de los resultados de sus proyectos de investigacion (CERN Document Server), y un banco de imágenes específico para su difusión del que se sirven los medios de comunicación (Media and Press Relations).

Desde el CERN, se ha apoyado también otros proyectos específicos destinados a la popularización de los resultados del LHC, como *LHCsound*, cuyo objetivo era "to sonify particle physics data generated" y el desarrollo de productos comerciales gratuitos como "ringtones and an LHC sound iPhone application" con el fin último

de "to make complex and abstract scientific research more accessible for lay people" (Suppe, 2014)[2].

Los sensores para registrar la presencia de las partículas resultantes de las colisiones del LHC están instalados estratégicamente a lo largo del anillo acelerador y son cuatro, ATLAS, CMS, ALICE y LHCb. Todos los datos que se obtienen para su posterior representación en forma de imágenes son producto del diseño específico de cada uno de estos detectores, diseñado con diferentes tecnología, que está asociado a proyectos y equipos de investigación concretos. ATLAS y CMS son los detectores destinados principalmente a la búsqueda del bosón de Higgs[3].

Para gestionar el enorme flujo de datos resultante de la colisión de partículas se utiliza un sistema de computación distribuida diseñado específicamente y conformado por 170 centros de computación de 42 países diferentes que forman el consorcio WLCG (World Wide LHC Computing Grid).

La implementación de los complejos algoritmos de selección, tratamiento y representación resultantes de cada detector es, por supuesto, competencia de los científicos implicados en el LHC. Y se trata, sin duda, de una actividad no ajena a los problemas que formula la *Theory-ladeness* (Hanson, 1967); que es producto de las formas de producción de conocimiento científico (Knorr-Cetina, 1981); y se desarrolla en el marco de la forma contemporánea de entender la actividad científica (Kuhn, 1962).

3. Representación de la ciencia y ética periodística

Los tradicionales corrientes de pensamiento asociadas a la representación del conocimiento y la objetividad científica se han venido actualizando a nuestros días en los trabajos de Latour (1979), Lynch y Wolgar (1990, vid. Coopmas et al, 2014), Kemp (2006), o Daston y Galison (2007), entre otros, y ya han sido tratados con detalle en trabajos previos (xxx, z). Los problemas contemporáneos de la representación, en este sentido, son los propios de unos tiempos en que la creciente *dataficación* abarca todos los ámbitos, y que Latour (1990) bien ha definido tempránamente como producto de "Numbers, numbers, numbers…", un nuevo paradigma propio de una *cultura del videojuego* en la *Era BigData*.

Para resumir los problemas asociados al tratamiento de datos, sin extendernos demasiado pues ya han sido analizados en otro texto (xxx, z) y hay amplia literatura al respecto[4], bien podemos traer a colación aquel conocido poema de Gertrude Stein (1919) que espoleó las corrientes vanguardistas de mediados de

---

[2] Los resultados se pueden escuchar en http://lhcsound.hep.ucl.ac.uk/page_library/SoundsLibrary.html

[3] ATLAS tiene un tamaño de 46x25x25 metros y pesa 7000 toneladas. Es el mayor detector de partículas jamás construido y en él trabajan más de 3000 científicos de 38 países, en: http://home.cern/about/experiments/atlas. CMS pesa 14.000 toneladas y tiene un tamaño de 21x15x15 y tiene asociados 4.300 científicos de 42 países, http://home.cern/about/experiments/cms. Su funcionamiento genérico de estos detectores se puede consultar en http://home.cern/about/how-detector-works

[4] Pueden consultarse, por ejemplo, los monográficos de *El Profesional de la Información* de los años 2014 y 2016 reseñados en la bibliografía para obtener una completa perspectiva al respecto.

siglo: "Una rosa, es una rosa, es una rosa…", y que explica bien la complejidad y los problemas ontológicos y epistemológicos inherentes a la representación y al referente. La exploración de estas cuestiones, es parte de la historia de la filosofía y es inabarcable, pero baste citar, en lo relativo a la fotografía y la representación de datos, los trabajos críticos de Fontcuberta (1998) y Manovich (2002), entre otros muchos; o, desde un modelo neopositivista, ingenuo en nuestra opinión, Tufte (2006).

En cuanto a la visualización de datos, nos parece operativa la definición de Card, Mackinlay y Shneiderman (1999) como "el uso de representaciones visuales interactivas de datos abstractos, no físicos, para ampliar el conocimiento" (vid. Olmeda-Gómez, 2014: 213). Sin embargo, a nuestro entender, se trata de una definición cuanto menos muy restrictiva en tanto que la distinción entre diferentes representaciones visuales según correspondan a *datos abstractos o físicos*, presenta los problemas de *correspondencia* de los datos con su referente reseñados. No nos vamos a extender en ello, puede ampliarse la literatura ya citada con trabajos más específicos (Gross, 2006; De Regt, 2001; Vertesi, 2012), o más de carácter histórico (Breidebach, 2002; Vermeir, 2005).

Para esta investigación, nos parece más apropiado abordar la visualización y cualquier forma de representación de datos desde la contemporánea *Enaction Theory*, en tanto que integra y actualiza la larga tradición de pensamiento al respecto en ciencias humanas y sociales. Así, entendemos la representación visual como una *enaction*, es decir, "the idea that organisms create their own experience through their actions. Organisms are not passive receivers of input from the environment, but are actors in the environment such that what they experience is shaped by how they act" (Hutchins, 2014: 427).

En lo relativo a las cuestiones éticas implicadas en la comunicación pública de la ciencia, es de interés para este texto el trabajo de Resnik (1998) que define bien las cuestiones más relevantes al respecto. Nos hacemos eco también de la distinción de Leibovitz "between science and ethics by noting that science leads to conclusions while ethics leads to decisions. Conclusions require factual data, in contrast to decisions, which are voluntary choices among alternatives (cfr. Laslo, Baram-Tsabari y Lewenstein, 2011, p. 850). Y, en lo que nos ocupa, cabe tener en cuenta también el diferente matiz con que se define la objetividad en la práctica periodística y científica, en tanto que "journalists think objectivity demands 'trying to let the facts speak for themselves', and academics think it requires systematic methods and transparent accounts (Post, 2015: 731).

4. Metodología de trabajo

Para llevar adelante nuestra investigación, recopilamos todas las imágenes que se han incluido en los textos que se han catalogado con la etiqueta "boson de Higgs" en el diario *El País*[5], que abarcan desde el 21 diciembre de 1994 hasta el texto del

[5] Los resultados de la consulta están disponibles en http://elpais.com/tag/boson_higgs/a/

20 de septiembre de 2016, en que se cuestiona si "¿Hay una quinta fuerza de la naturaleza?" (Mediavilla, 2016).

La metodología de trabajo que seguimos está basada en el análisis de contenido del objeto visual, siguiendo la tradición en comunicación que distingue entre el lugar de la producción, el objeto visual en sí mismo, y su forma de recepción (Rose, 2012; Manghani, 2013).

Las representaciones visuales que van apareciendo en los artículos recopilados las agrupamos, anotando además su fecha de publicación y el pie de imagen, en tres categorías, según se trate de *personas* implicadas; de *instalaciones o procesos* científicos; de *productos* de la investigación; o del propio *bosón de Higgs*. Es decir, categorizamos cada imagen en la serie histórica partiendo de una distinción basada en su referente, con especial atención a la forma en que se ha representado el bosón de Higgs, objeto de la investigación del que realizamos un análisis específico a lo largo de todo el período.

En general, esperamos encontrar que las personas se representen utilizando fotografías, y que las instalaciones y productos de la investigación adopten además otras formas de representación, desde la simple ilustración hasta la simulación gráfica. En cualquier caso, conviene remarcar que sólo estamos ante diferentes grados y formas de representación selectiva de datos, pues tanto las fotografías como las simulaciones gráficas son productos resultantes del flujo de datos que proporcionan los sensores del LHC y los algoritmos implementados en el WLCG.

Nuestro análisis de contenido se realiza, en definitiva, sobre la imagen finalmente publicada y su proceso de elaboración queda fuera del alcance de esta investigación.

Cabe remarcar, en todo caso, el carácter épico y mítico (Ziewitz, 2016) del proceso narrativo que culmina en la representación del bosón de Higgs. Y entendemos, siguiendo esta línea teórica que hemos adoptado, que tal representación es el producto final de un *proceso enactivo*, fruto de la compleja interacción entre la comunidad de científicos implicados que culmina en los algoritmos específicos que conforman la representación resultante.

Finalmente, y para cada imagen del bosón de Higgs, identificaremos las marcas textuales del artículo en que se ha publicado para analizar como interactúa con el texto y su grado de adecuación a la ética periodística, entendida ésta desde los principios de veracidad, honestidad, justicia, responsabilidad social e independencia (Aznar, 1999; Pérez Fuentes, 2004; Grijelmo, 2014).

En particular, y para esta investigación, hemos adaptado de la clasificación que se recoge en Resnik (1998), los aspectos que consideramos más relevantes para definir la adecuación ética de cada representación: *exposición* de los procedimientos empleados; *objetividad* y *precisión* en la presentación de datos; *acreditación* de las fuentes; y valoración *crítica*[6]. Y, a partir de ello, hemos valorado cada artículo en una escala de Lickert de cinco niveles.

---

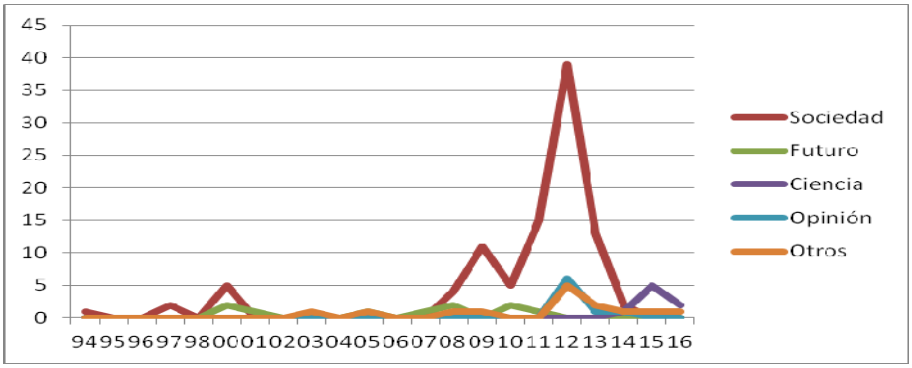
[6] Conviene anotar el trabajo de Sedgewick (2008) sobre las buenas prácticas deontológicas en la elaboración de imágenes digitales, aunque su trabajo no es aplicable de manera directa puesto que, como hemos explicado, nos ocupamos de la imagen publicada y no de su proceso de elaboración.

5. Resultados de la investigación

El número de artículos aparecidos con la etiqueta "bosón de Higgs" ha resultado finalmente en un total de 138, incluyendo aquellos a los que enlazaban algunos de los 129 textos inicialmente indizados el *El País* con esta etiqueta.

Los textos han ido publicándose en distintas secciones del periódico, que también han ido cambiando a lo largo de los años, principalmente en *Sociedad* y con tendencia en los últimos tiempos a incluirse en la recién creada sección *Ciencia*. El mayor número de publicaciones se concentra el día del anuncio del hallazgo del bosón de Higgs, el 4 de julio 2012, y a lo largo de los siguientes meses.

Gráfico 1. Artículos publicados. Elaboración propia.

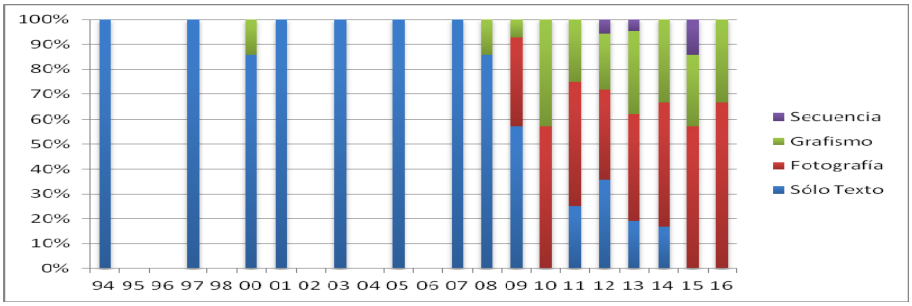


Durante todo el período de análisis se han encontrado distintos tipos de representaciones visuales, hasta un total de 110, especialmente escasas en los primeros tiempos en los que sólo se disponía de la versión impresa, y más habituales en los últimos años, en los que se incluye también imagen en movimiento en la versión online del periódico.

En 2008 se observa por primera vez la publicación online de una muestra de interactividad muy simple que permite conmutar de una imagen a otra; y a finales de 2011, en 2012 con ocasión del descubrimiento, y en 2014 con motivo de la celebración del 60º aniversario del CERN, se publican online sendas series de fotografías cuya interactividad se reduce al deslizamiento para el paso entre imágenes. A lo largo de todo el período analizado los vídeos son escasos y contienen solo entrevistas y, además, la mayoría remiten a enlaces inexistentes que no permiten su visionado. Sólo encontramos entre todas las representaciones analizadas una animación gráfica y publicada muy recientemente, en 2015, que tampoco permite su reproducción y de la que sólo podemos obtener el primer fotograma[7] y, por ello, se ha etiquetado en el análisis como grafismo.

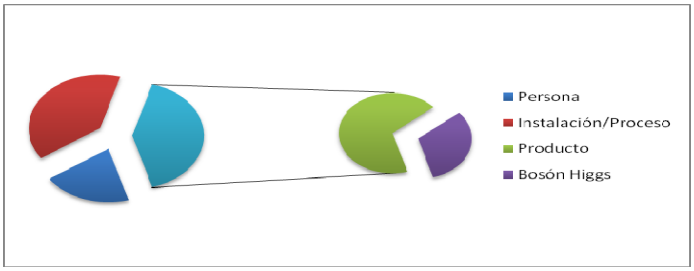
[7] Disponible en http://elpais.com/elpais/2015/06/02/videos/1433257630_487482.html

Gráfico 2. Tipología de imágenes. Elaboración propia.



Las representaciones que se refieren a personas, instalaciones o procesos y a productos de la investigación tienen distribución similar durante todo el período, con cierta excepción en el año 2012 en que se incide especialmente en las instalaciones del CERN y en la explicación gráfica de los procesos operativos del LHC. Hemos identificado un total de 11 representaciones del bosón de Higgs, incluidos los primeros esbozos que comienzan a aparecer en 2011, antes de su supuesto hallazgo.

Gráfico 3. Referente en la representación. Elaboración propia.



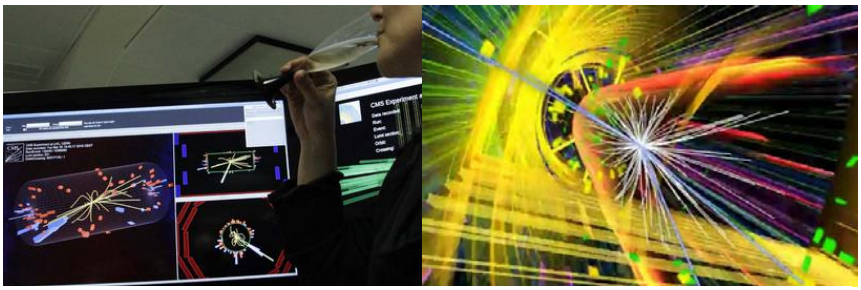


Ilustración 1. Primera y última representación de la colisión en el LHC

La primera imagen de colisiones de partículas en el LHC (ilustración 1, izquierda) se publicó el 31 de marzo de 2010 en la sección *Futuro*, tras una intensa jornada que fue transmitida en directo por internet y seguida con la máxima expectación por parte de la comunidad científica, y en ella se pueden observar tres representaciones 3D de la colisión (Rivera, 2010). Existen significativas diferencias con la última imagen de nuestro corpus de análisis, la animación reseñada de septiembre de 2016 (ilustración 1, derecha), en cuanto riqueza de detalles y a espectacularidad.

Actualmente, el LHC tiene el doble de potencia de la inicial, unos 14Tv y, por lo tanto, el flujo de datos resultante de cada colisión así ha aumentado enormemente. Sin embargo, esta última representación no es sólo producto de disponer de más datos, si no de las mejoras en las prestaciones de las actuales herramientas de visualización. Compárese con la primera imagen de un haz de protones en el LHC, elaborada en septiembre de 2008[8].

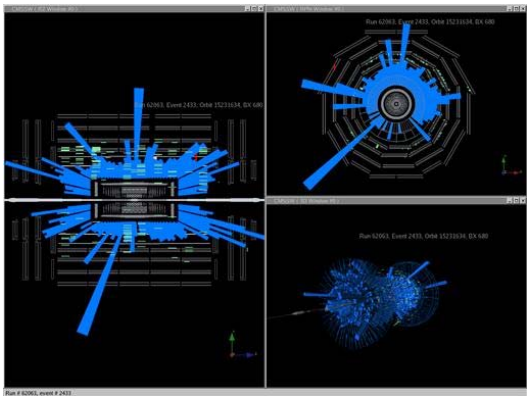


Ilustración 2. Primera y última representación de la colisión en el LHC

Desde finales de 2011, se comienza a popularizar una representación particular del bosón de Higgs partiendo de imágenes que todavía no muestran más que colisiones pero en las que, aventuran los responsables del CERN, se puede observar el rastro de la partícula buscada. Aparecen por primera vez la que, a la postre, se convertiría en la *imagen-marco* procedente de CMS (izquierda) sobre la que se construiría la representación estándar del bosón de Higgs. En febrero de 2012, se publicaba otro rastro de Higgs, esta vez procedente de ATLAS (derecha).

Pero los datos eran aún poco consistentes y solo verificables si se incrementaba la potencia de las colisiones de 3,5Tv a 7Tv, operación que suponía un parón técnico en el LHC de varios meses y que previsto iniciar a finales de 2012.

Esta única representación del trazo de Higgs procedente de CMS, que había sido obtenida a finales de 2011, se sigue publicando idéntica a lo largo de 2012 hasta el momento en que se hace público el hallazgo, el 4 de julio.

---

8 Disponible en https://cds.cern.ch/collection/LHC%20First%20Beam%20Photos?ln=es

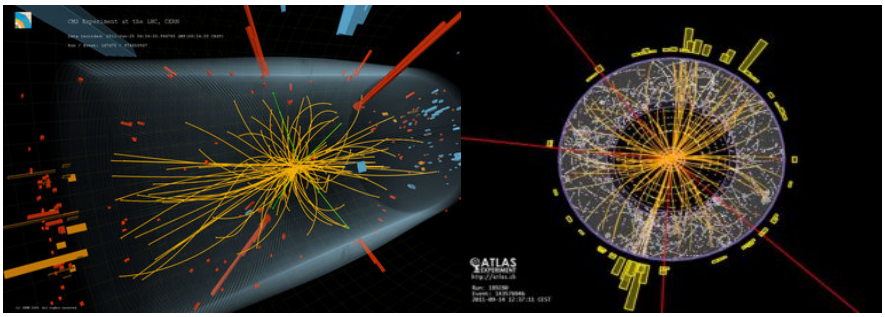


Ilustración 3. Representación de una colisión en CMS y ATLAS

En la presentación oficial del descubrimiento, sólo se afirma la existencia de una nueva partícula pero, sin embargo, en *El País* se publica esta imagen a la que ya se denomina bosón de Higgs (Rivera, 2012a), y que había sido distribuida por el CERN tras la comunicación del posible hallazgo de la partícula.

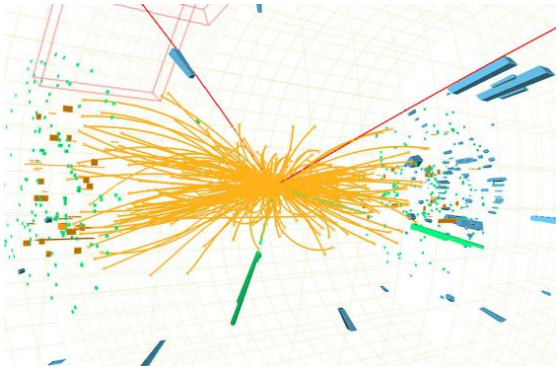


Ilustración 4. Primera imagen publicada del bosón de Higgs

En esta especial representación, completamente diferente a cualquier otra de las anteriores y a las que se publicarán con posterioridad, se combina ilustración e imagen de síntesis, haciendo un efectivo uso de la cuadrícula con el objetivo reducir la espectacularidad y anclarla ontológicamente como resultado de la investigación y la tecnología. Pero no es el Higgs, la comunidad científica no ha hecho tal afirmación, solo la prensa.

Unos días después, en la versión online se publica una sucesión de imágenes de las colisiones en el LHC, la mayoría datadas meses atrás. Pero se introduce una nueva con un cambio significativo: lo que hasta ese momento sólo representaba una colisión con líneas rojas prolongadas desde líneas verdes discontinuas, se ha transformado en una representación con sólidos trazos en verde. Y, de este modo, la representación sirve de confirmación de que lo que eran hasta ese momento solo

trazas de la partícula *corresponden*, como se esperaba y deseaba, al bosón de Higgs. [9]

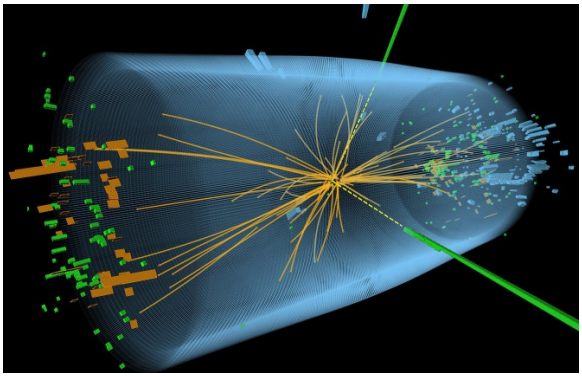


Ilustración 5. Bosón de Higgs de CMS

Desde entonces, ésta representación del CMS ha sido la que ha popularizado la existencia de la partícula que ya, a partir de ese momento, se denomina bosón de Higgs en el pie de foto (Rivera, 2012b). Cuando se publica en alguna ocasión la representación elaborada por ATLAS también se denomina así, pero el Higgs se muestra con trazos sólidos en rojo (Rivera, 2012c).

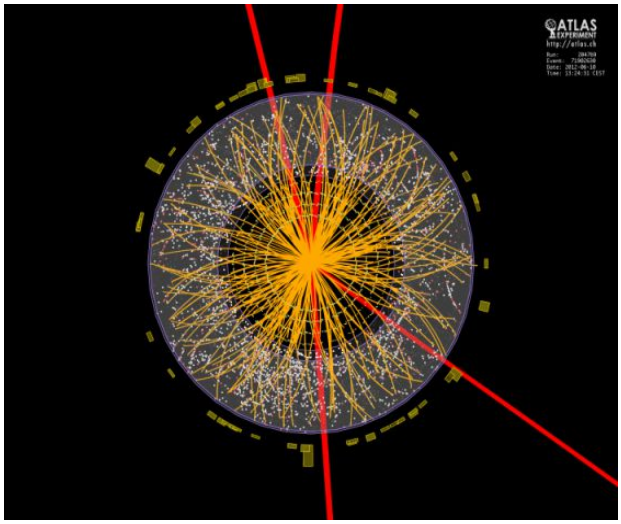


Ilustración 6. Bosón de Higgs de ATLAS

Sin embargo, la comunidad científica no había caracterizado la nueva partícula como el bosón de Higgs, a falta de poder validar los datos, proceso que podría

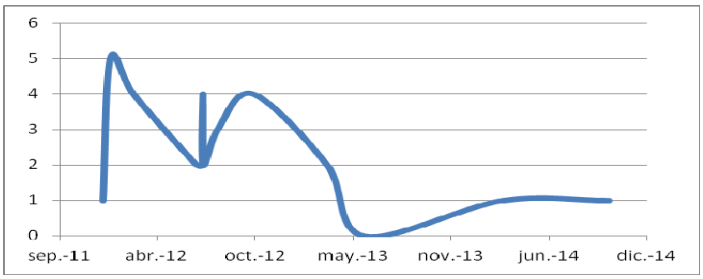
[9] La cursiva hace referencia a la forma en que entendemos tal *correspondencia*, como hemos explicado en epígrafes precedentes.

durar meses o años. Es decir, el periodismo atribuyó sin cuestionamientos que la representación correspondía al Higgs, confirmando su existencia porque *se ve que es* el bosón de Higgs.

Es decir, desde el punto de vista de la ética periodística, no se han observado las precauciones mínimas propias de la práctica periodística en el ámbito de la comunicación pública.

En este sentido, y ya para finalizar este trabajo, se ha determinado de manera específica el grado de adecuación, desde el punto de vista de la ética profesional, con que se ha hecho público el hallazgo del bosón de Higgs, a partir del análisis de los textos publicados en que aparece.

Gráfico 4. Adecuación ética. Elaboración propia.



Y, tal como se observa, las prácticas profesional ha sido cada vez menos exigente y los códigos deontológicos han sido conculcados, sobre todo, a partir del siguiente año al hallazgo en que el periodismo confirma, por sí mismo y por medio de la representación, que el bosón de Higgs existe.

6. Conclusiones

Tal como muestran los resultados, los datos obtenidos de los sensores ATLAS y CMS se han utilizado para la elaboración de representaciones simples y de espectacularidad creciente que sintetizan visualmente las colisiones de partículas en los experimentos llevados a cabo en el LHC.

El resumen de billones de colisiones que representa cada representación publicada mantiene un diseño y código de color relativamente estable a lo largo de todo el período estudiado. Desde el punto de vista de la comunicación pública de la ciencia, las representaciones del bosón de Higgs cumplen, aunque parcialmente, con su cometido: permiten la identificación de cada tipo de partícula y la familiarización de los no expertos con el fenómeno representado. Sin embargo, en contrapartida, para ello se han reducido a mínimo las exigencias éticas propias de la práctica profesional.

La representación final y la existencia del Higg, se ha *confirmación* visualmente con el uso de un nuevo elemento en la representación, el trazo sólido verde (CMS) o rojo (ATLAS), que se superpone en el *marco-imagen* que se venía

consolidando previamente y en el que el trazo se representaba con líneas discontinuas.

En este sentido, lo único que se ha hecho es reproducir visualmente la definición que ocupa el bosón de Higgs en los modelos de física teórica: *la pieza que falta*. Es decir, el proceso *enactivo* que culmina en la representación ya había reservado su hueco en la representación a la nueva partícula, una línea verde discontinua en CMS y una delgada línea roja en ATLAS.

El periodismo, por su parte, se ha apresurado a identificar con celeridad la nueva partícula como el bosón de Higgs, muy por delante de la comunidad científica. Sin duda, producto de los distintos tiempos en que se desarrolla la actividad periodística y la científica, aunque cada vez se exige con mayor urgencia la presentación de resultados públicos, y el CERN, y la comunidad científica, no están exentos de ello.

Para finalizar, podemos concluir que el bosón de Higgs es un icono y en una realidad incuestionable en el imaginario colectivo y en la cultura contemporánea, a pesar de las reservas que todavía hoy muestra la comunidad científica al respecto. Y se ha consolidado, a lo largo de la última década, con la inapreciable contribución de la (mala) práctica profesional en el ámbito de la comunicación pública de la Ciencia.

Actualmente, entre la comunidad científica, ya no se habla de un solo bosón de Higgs, si no de varios, que van adquiriendo presencia, *enactando*, a medida que se va incrementando la potencia del LHC.

Tal como sentenciaba el entonces Director del CERN, en plena efervescencia por el descubrimiento: "Sin el Higgs no existiríamos", refiriéndose a nuestra existencia material como personas (. Pero, aventuramos, el propio LHC también habría desaparecido, como ocurrió con el Tevatron estadounidense, si no se hubiese producido el *hallazgo* del bosón de Higgs.

La actual directora del CERN, resume con elocuencia la forma en que la comunidad científica aborda la investigación: "Entre ciencia y arte no hay diferencia" (Rivera, 2015). Sin embargo la actividad periodística, siempre tan necesitada de credibilidad, sigue intentando basar su funcionamiento en la objetividad, recurriendo de forma tramposa, en nuestra opinión, al ahora emergente *periodismo de datos* (Splendore et al., 2016).

Pero los vertiginosos cambios que se están produciendo en la profesión (Mast; Coesemans; Temmerman, 2016), imponen estrategias diferentes que pasan por situar la profesión en el paradigma cultural contemporáneo que, conviene recordar, Bruno Latour definía magistralmente en la letanía que recogíamos al inicio de este trabajo: "Numbers, numbers, numbers…"

Si se acaba de confirmar el Higgs hay respuestas para explicar el 5% de la materia del Universo. Para *ver como es* el 95% restante ya hay nuevos proyectos de colisionador en marcha (Dominguez, 2016b). Y esa será otra historia, seguro distinta.

7. Referencias bibliográficas

Aznar, Hugo (1999): *Comunicación Responsable*. Barcelona, Ariel.

Breidebach, Olaf (2002). "Representation of the Microcosm – The Claim for Objectivity in19th Century Scientific Microphotography". *Journal of the History of Biology*, 35, 221–250. Doi: http://dx.doi.org/10.1023/A:1016044427910.

Card, Stuart K.; Mackinlay, Jack D.; and Shneiderman, Ben (ed., 1999): "Readings in information visualization, using vision to think. San Francisco: Morgan Kaufmann". *CERN Document Server*. En: http://cds.cern.ch/collection/Press%20Office%20Photo%20Selection?ln=en.

CERN Education, Communications & Outreach group. http://communications.web.cern.ch/

CERN Media and Press Relations. https://press.cern/multimedia/photos-images.

Coopmans, Catherine; Vertesi, Janet; Lynch, Michael E.; and Wolgar, Steve (2014): *Representación in Scientific Practice revisited*. Cambridge (Massachusets), MIT Press.

Cortiñas, Sergi (2009): *Història de la divulgaciò científica*. Barcelona, Institut de Estudis Catalans.

Courvoisier, Nelly; Clémence, Alain; and Green, Eva G.T. (2011): "Man-made black holes and Big Bangs: Diffusion and integration of scientific information into everyday thinking". *Public Understanding of Science*, 22 (3), 287–303. Doi: http://dx.doi.org/10.1177/0963662511405877.

Daston, Lorraine & Galison, Peter (2007): *Objectivity*. Brooklin, Zone Books.

De Regt, Henk W. (2001): "Spacetime Visualisation and the Intelligibility of Physical Theories, Studies". *History and Philosophy of Modern Physics*, 32 (2), 243–265. Doi: http://dx.doi.org/0.1016/S1355-2198(01)00007-7.

De Semir, Vladimir (2014): *Decir la ciencia. Divulgación y periodismo científico de Galileo a Twitter*. Barcelona, Universidad de Barcelona.

Domínguez, Nuño (2016): "Este hombre planea el acelerador de partículas más grande de la Tierra". *El País*, 21 septiembre. http://elpais.com/elpais/2016/09/19/ciencia/1474304663_502682.html.

Elías, Carlos (2008): *Fundamentos de periodismo científico y divulgación mediática*. Madrid, Alianza.

Fontcuberta, Joan (1998): *Ciencia y fricción. Fotografía, naturaleza, artificio*. Murcia, Mestizo A.C.

Grijelmo, Alex (2014): *El estilo del periodista*. Madrid, Taurus.

Gross, Alan G. (2006): "The Verbal and the Visual in Science: A Heideggerian Perspective". *Science in Context*, 19 (4), 443–474. Doi: http://dx.doi.org/10.1017/S0269889706001037.

Hanson, Norwood R. (1967): "An anatomy of discovery". *Journal of Philosophy*, 64 (11), 321-352.

Hutchins, Edwin (2014): "Enaction, Imagination and Insight". En: Stewart, John; Gapenne, Olivier; and Di Paolo, Ezequiel A. (ed.): *Enaction. Toward a New Paradigm for Cognitive Science*. Cambridge (Massachusetts), MIT Press.

Kahle, Kate (2012): "The Higgs Boson: Treated like a rock star". *CERN Bulletin*, 30–31. http://cds.cern.ch/journal/CERNBulletin/2012/31/News%20Articles/1462248.

Kemp, Martin (2006): *Seen / Unseen. Art, Science, and Intuition from Leonardo to Hubble Telescope*. Oxford, Oxford University Press.

Knorr-Cetina, Karin (1981): *The Manufacture of Knowledge. An Essay on the Constructivist and Contextual Nature of Science*. Oxford, Pergamon Press.

Kuhn, Thomas S. (1962): *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago, Chicago University Press.

Laslo, Esti; Baram-Tsabari, Ayelet; and Lewenstein, Bruce V. (2011): "A growth medium for the message: Online science journalism affordances for exploring public discourse of science and ethics". *Journalism*, 12 (7), pp. 847–870. Doi: http://dx.doi.org/10.1177/1464884911412709

Latour, Bruno (2009): "Tarde's idea of quantification". En: Candea, Mattei (ed.): *The Social after Gabriel Tarde: Debates and Assessments*. London: Routledge. pp. 145–162.

Latour, Bruno; Woolgar, Steve (1979): *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*. London, Sage.

Manghani, Sunil (2013): *Image Studies. Theory and Practice*. London/ New York: Roudledge.

Manovich, Lev (2002): "The Anti-Sublime Ideal in Data Art". En: http://manovich.net/index.php/projects/data-visualisation-as-new-abstraction-and-anti-sublime

Mast, Jelle; Coesemans, Roel; and Temmerman, Martina (2016): "Hybridity and the news: Blending genres and interaction patterns in new forms of journalism". *Journalism*, july 8, 1-8. Doi: http://doi.org/10.1177/1464884916657520

Mediavilla, Daniel (2016): "¿Hay una quinta fuerza de la naturaleza?". *El País*, 23 septiembre. http://elpais.com/elpais/2016/08/31/ciencia/1472658226_451236.html

Olmeda-Gómez, Carlos (2014): "Visualización de información". *El profesional de la información*, 23 (3), 213-219. Doi: http://dx.doi.org/10.3145/epi.2014.may.01

Pérez-Fuentes, Juan Carlos (2004): *Ética periodística: principios, códigos deontológicos y normas complementarias*. Bibao, UPV.

Post, Senja (2015): "Scientific objectivity in journalism? How journalists and academics define objectivity, assess its attainability, and rate its desirability". *Journalism,* 16 (6), 730–749. Doi: http://dx.doi.org/10.1177/1464884914541067

Resnik. David (1998): "Problemas y dilemas éticos en la interacción entre ciencia y medios de comunicación". *Quark: Ciencia, medicina, comunicación y cultura,* 13, 59-77. En: http://quark.prbb.org/13/013059.htm

Rivera, Alicia (1994): "Un acelerador para entender el Universo". *El País*, 21 diciembre. http://elpais.com/diario/1994/12/21/sociedad/787964415_850215.html.

Rivera, Alicia (2010): "EL LHC abre una nueva puerta hacia el microcosmos". *El País*, 31 marzo. http://elpais.com/diario/2010/03/31/futuro/1269986401_850215.html

Rivera, Alicia (2012a): "¡La partícula de Higgs por fin!". *El País*, 4 julio. http://sociedad.elpais.com/sociedad/2012/07/04/actualidad/1341384264_933365.html.

Rivera, Alicia (2012b): "Los físicos ya han 'cazado' el Higgs 800 veces". *El País*, 3 agosto. http://sociedad.elpais.com/sociedad/2012/08/03/actualidad/1344021540_053875.html.

Rivera, Alicia (2012c): "¿Qué hay después de Higgs?". *El País*, 14 octubre. http://sociedad.elpais.com/sociedad/2012/10/14/actualidad/1350219171_952919.html.

Rivera, Alicia (2015): "La directora del CERN: 'Entre ciencia y arte no hay diferencia'". *El País*, 14 octubre. http://elpais.com/elpais/2015/06/27/ciencia/1435421152_860597.html.

Rose, Gillian (2012): *Visual Methodologies*. London, Sage.

Schäfer, Mike S. (2009): "From public understanding to public engagement: An empirical assessment of changes in science coverage". *Science Communication*, 30 (4), 475–505. http://dx.doi.org /10.1177/1075547008326943.

Sedgewick, Jerry (2008): *Scientific imaging with Photoshop: methods, mesurament and outputs*. CA, New Riders.

Sharon, Aviv J. & Baram-Tsabari, Ayelet (2014): "Measuring mumbo jumbo: A preliminary quantification of the use of jargon in science communication, *Public Understanding of Science,* 23 (5), 528–546. Doi: http://dx.doi.org/10.1177/0963662512469916.

Splendore, Sergio; Di Salvo, Philip; Eberwein, Tobias; Groenhart, Harmen; Kus, Michal; and Porlezza, Colin (2016): "Educational strategies in data journalism: A comparative study of six European countries". *Journalism*, 17 (1), 138-152. Doi: http://doi.org/10.1177/1464884915612683.

Stein, Gertrude (1999) [1922]: *Geography and Plays*. New York, Dover.

Suleski, Julie & Ibaraki, Motomu (2010): "Scientists are talking, but mostly to each other: A quantitative analysis of research represented in mass media". *Public Understanding of Science*, 19 (1), 115–125. Doi: http://dx.doi.org/10.1177/0963662508096776.

Supper, Alexandra (2014): "Sublime frequencies: The construction of sublime listening experiences in the sonification of scientific data". *Social Studies of Science*, 44 (1), 34–58. Doi: http://dx.doi.org/10.1177/0306312713496875.

Trench, Brian (2007): "How the internet changed science journalism". En: Bauer, Martin & Bucchi, Massimiano (ed.): *Journalism, Science and Society: Science Communication between News and Public Relations*. New York/London, Routledge, pp. 133–142.

Tufte, Edward R. (2006): *Beautiful Evidence*. Cheshire, Graphic Press Ltd.

Vermeir, Koen (2005): "The Magic of the Magic Lantern (1660-1700): on Analogical on the Visualization of the Invisible". *British Journal for the History of Science,* 38 (2), 127-159. http://dx.doi.org/10.1017/S0007087405006709.

Vertesi, Janet (2012): "Seeing like a Rover: Visualization, embodiment, and interaction on the Mars Exploration Rover Mission". *Social Studies of Science*, 42 (3), 393–414. Doi: http://dx.doi.org/10.1177/0306312712444645.

VV. AA. (2014a): *El Profesional de la Información*, 23 (3).

VV. AA. (2014b): *El Profesional de la Información*, 23 (3).

VV. AA. (2016): *El Profesional de la Información*, 25 (4).

WLCG World Wide LHC Computing Grid: http://wlcg.web.cern.ch/.

Ziewitz, Maite (2016): "Governing Algorithms: Myth, Mess, and Methods". *Science, Technology, & Human Values*, 41 (1), 3-16. Doi: http://dx.doi.org/10.1177/0162243915608948.

Francisco López Cantos es profesor en el Departamento de Ciencias de la Comunicación. Facultad de Ciencias Humanas y Sociales. Universitat Jaume I. Orcid: 000-0002-6674-4825. Google Scholar: https://scholar.google.es/citations?user=KWnbPnMAAAA.