

## EL “LHC” PUEDE DESTRUIR LA TIERRA

Alguna vez has pensado en la posibilidad de que ¿el acelerador de partículas *LHC* del *CERN*, el famoso *Gran Colisionador de Hadrones (Large Hadron Collider)* destruya la Tierra creando *microagujeros negros* o *materia extraña estable*?

Supongo que alguna vez haz escuchado o leído en los medios semejante falacia e incluso como una afirmación apocalíptica. Voy a intentar exponer algunos razonamientos lógicos en el presente artículo.

Voy a exponer en primer lugar las afirmaciones que se oyen por ahí y los argumentos que plantean, para luego tratar de mostrar cómo no hay más que aplicar la lógica para desmontar esos argumentos. La afirmación falsa que me propongo desmontar es:

**El LHC realizará colisiones de partículas con tanta energía que puede provocar microagujeros negros, materia extraña estable o alguna otra cosa impredecible que destruya la Tierra y a nosotros con ella.**

La idea básicamente es la siguiente, expuesta de un modo algo más extenso: *el LHC va a acelerar partículas subatómicas hasta energías mayores que las que cualquier otro acelerador que hayamos construido hasta el momento. Por lo tanto, no podemos estar seguros de lo que puede pasar: los científicos ni siquiera están de acuerdo en las teorías que rigen el comportamiento de la materia a esas energías, y algunas de las hipótesis que manejan plantean la posibilidad de que las colisiones del LHC puedan crear microagujeros negros o materia extraña estable. Cualquiera de estas dos cosas podría provocar una “reacción en cadena” que destruya la Tierra; además, si no saben lo que puede pasar exactamente, ¿qué otros horrores desconocidos podría desencadenar este acelerador de partículas?*

Variaciones de esto, más o menos sutiles o amarillistas, han aparecido durante los últimos años –y especialmente meses, según se acercaba la fecha de puesta en marcha del acelerador– prácticamente por todas partes, y no tengo intención de enlazarlas. Si realmente quieres leer las barbaridades que se han visto por ahí, estoy convencido de que no te costará mucho encontrarlas: de hecho, sospecho que lo difícil es encontrar argumentaciones que desmonten las “teorías apocalípticas”. Pero, claro, el catastrofismo llama la atención y vende.



*El LHC, superpuesto con la superficie.*

En primer lugar, analicemos con algo más de detalle los dos peligros más concretos que se oyen por ahí relacionados con el LHC: **los microagujeros negros y la materia extraña**. Ambos son interesantes por sí mismos.

Antes de continuar debemos recordar el concepto de **radio de Schwarzschild**, que depende de la masa de un objeto determinado.

*<<El **radio de Schwarzschild** es la medida del tamaño de un agujero negro de Schwarzschild, es decir, un agujero negro de simetría esférica y estático. Se corresponde con el radio aparente del horizonte de sucesos, expresado en coordenadas de Schwarzschild. Puesto que el*

$$r_s = \frac{2GM}{c^2}$$

*tamaño de un agujero negro depende de la energía absorbida por el mismo, cuanto mayor es la masa del agujero negro, tanto mayor es el radio de Schwarzschild, que viene dada por:*

*Donde G es la constante gravitatoria, M es la masa del objeto y c es la velocidad de la luz>>.*

Dicho mal y pronto, si se consigue comprimir un objeto lo suficiente como para que se encuentre dentro de su radio de Schwarzschild, la velocidad de escape sobre su superficie será mayor que la de la luz y el objeto se convertirá en un agujero negro. Naturalmente, cuanto mayor es la masa del objeto, mayor es el radio de Schwarzschild, de modo que **cuanto más ligero es más hace falta comprimirlo para lograr que se convierta en un agujero negro**.

Por ejemplo, con una masa de unos 150 millones de Soles no hace falta mucho para obtener un agujero negro: con que la densidad sea aproximadamente la del agua. Pero si quisiéramos convertir nuestro Sol en un agujero negro nos costaría algo más: habría que comprimirlo hasta que

ocupase una esfera de unos 3 km de radio, lo cual requeriría una enorme cantidad de energía. La Tierra sería aún más difícil, pues sería necesario que su esfera tuviese tan sólo 1 cm de radio, como una canica súper-pesada. Pero, en principio, cualquier objeto hasta un límite muy pequeño puede convertirse en un agujero negro de manera natural o artificial, si se comprime lo suficiente y se gasta la energía necesaria para ello.

Desde luego, hacer un agujero negro artificial no es fácil. O bien hace falta una masa inicial gigantesca, o bien hace falta comprimirla hasta límites inimaginables, y en cualquiera de los dos casos suele requerirse mucha energía. De acuerdo con los proponentes de las teorías apocalípticas, el peligro del LHC es que las partículas van a moverse tan rápido que pueden llegar a acercarse la una a la otra en la colisión hasta que la masa de ambas esté dentro del radio de Schwarzschild de su masa total, con lo que se conviertan en un agujero negro minúsculo — un **microagujero negro**.

Lo que sucedería entonces, según los más apocalípticos, es que ese microagujero negro empezaría a absorber masa de su alrededor, haciéndose más grande y más pesado y, al final, “tragándose” el planeta entero y a nosotros con él. Nuestra recompensa por construir el *LHC* sería entonces acabar como un agujero negro de la masa de la Tierra (más la de sus sufridos habitantes). Ah, pero esta visión horrorosa presenta un par de problemas.

- *Primer problema*: lograr eso requiere, de acuerdo con nuestros modelos actuales, una energía mucho más grande que la que conseguirá el *LHC*. Crear un microagujero negro necesita, como mínimo, de una energía de unos  $10^{27}$  eV, y el *LHC* puede lograr energías de colisión de protones de unos  $10^{15}$  eV. Es decir, **haría falta un acelerador un billón de veces más poderoso que el LHC para crear un microagujero negro**.
- *Segundo problema*: incluso aunque fuera posible crearlo, ese agujero negro desaparecería casi antes de que nos diéramos cuenta de que está ahí. Esto tiene que ver con la **radiación de Hawking**. Dicho mal y pronto cualquier agujero negro emite fotones continuamente, con lo que va perdiendo energía (y, por lo tanto, masa) hasta desaparecer. Suele decirse, aunque el término no sea estrictamente correcto, que el agujero negro se *evapora*.

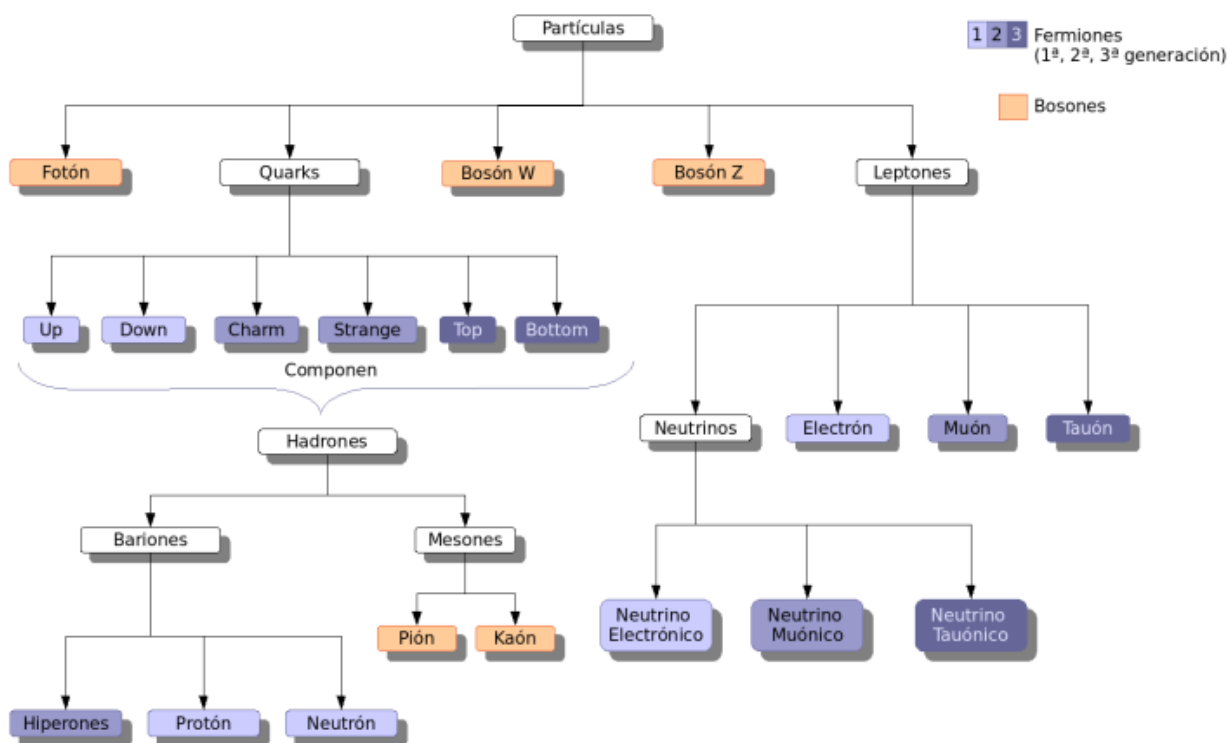
Naturalmente, un agujero negro gigantesco tarda mucho tiempo en desaparecer de este modo, pero uno pequeño puede tardar muy poco tiempo. De hecho, el tiempo de evaporación no es proporcional a la masa: **es proporcional al cubo de la masa inicial**. De modo que un agujero con la mitad de masa que otro se evapora *ocho veces antes*. Para que nos hagamos una idea, el tiempo de evaporación de un agujero negro de un gramo de masa, que sigue siendo un pedazo de agujero negro enorme comparado con los que podría crear un acelerador de partículas, es de unos  $8 \cdot 10^{-26}$  segundos. *¡Imagina entonces lo que sucedería con un microagujero negro!*. No daría tiempo ni a que la materia de alrededor “se diese cuenta” de que existe antes de que desapareciese, incluso aunque estuviéramos completamente equivocados en *doce órdenes de magnitud* y el microagujero negro sí pudiera ser creado por el LHC.

Pero sigamos con cosas concretas: el segundo peligro más mencionado por las teorías catastrofistas es el de la *materia extraña estable*. Alguna vez hemos oído hablar de la extrañeza y las partículas extrañas en el contexto de física de partículas al hablar del kaón y de los hiperones, por ejemplo. Sin embargo, las partículas extrañas que conocemos son todas muy inestables. Algunas teorías, no verificadas hasta el momento, plantean que bajo las condiciones adecuadas y con una presión enorme sería posible crear materia extraña estable, que puede impactar contra materia normal (protones, neutrones, etc.) y convertirla a su vez en materia extraña estable.

El problema concreto en este caso es que, incluso dentro de las teorías no demostradas que predicen la existencia de materia extraña estable, la probabilidad de crearla no aumenta con la energía: *desciende* con la temperatura y la energía de las colisiones a partir de cierto valor. De modo que al ser más potente que cualquier otro que hayamos construido, en este caso, **el LHC tiene muchas menos probabilidades de crearla que los aceleradores más pequeños que lo preceden**. Puesto que estás leyendo estas líneas, los aceleradores más pequeños que el LHC no han destruido la Tierra tras multitud de colisiones, con lo que el LHC, mucho menos adecuado que ellos para este propósito, tampoco lo hará.

La confusión acerca del LHC, extendidísima, es que la gente piensa que este acelerador es el más poderoso que ha existido nunca... y eso es **absolutamente falso**. Desde antes de que el ser humano anduviese sobre la Tierra ya existía otro mucho más potente: el propio Universo, que nos bombardea constantemente con partículas mucho más energéticas que las que el LHC podrá acelerar jamás. No es lo mismo “*el más potente que hemos construido*” que “*el más potente que ha existido*”, por más que nuestro orgullo de especie se empeñe.

El LHC logrará energías por colisión, de unos  $10^{15}$  eV. Es cierto que nunca antes hemos logrado energías similares artificialmente, y este acelerador es, en efecto, un verdadero logro científico y tecnológico de la humanidad. Pero los **rayos cósmicos** que llegan a la Tierra todo el tiempo tienen energías que pueden llegar a ser muchísimo mayores. Si pensamos en el muón, su impacto sobre las partículas de la atmósfera genera verdaderas “cascadas” de partículas inestables que resultan muy útiles a los físicos.



De modo que tal vez el LHC no funcione; tal vez sea un desastre y explote, matando a todos los científicos que hay en él, o tal vez genere cosas insospechadas por nosotros: pero *seguro que no*

*destruye la Tierra*, porque si no nuestro planeta no existiría ya. **El LHC, comparado con los rayos cósmicos, es un juguete de feria.**

“Ah, pero ¿y si simplemente hemos tenido suerte todos estos miles de millones de años?”, puedes preguntarte. Desde luego, no creo que en este caso estés siendo razonable, puesto que la Tierra lleva aquí muchísimo tiempo y ha recibido incontables impactos de partículas muchísimo más energéticas que las que va a producir el LHC, pero bueno.

Pero es que la Tierra no es el único lugar sobre el que se producen estas colisiones inimaginables, se producen sobre todos los cuerpos celestes: no se ha destruido así ningún planeta del Sistema Solar, ni el propio Sol, ni absolutamente ningún objeto del Universo que hayamos visto hasta ahora requiere de una explicación así, y debería haber muchos restos de ese tipo. Incluso aunque nosotros en particular hubiéramos tenido una fortuna absurda, deberíamos estar rodeados de agujeros negros grandes y pequeños, estrellas extrañas por todas partes... porque los rayos cósmicos lo inundan todo, continuamente.

“¿Por qué diablos entonces construimos el LHC?”, puedes plantearte, en este caso de manera muy razonable. “¿No era tan especial? ¡Ahora resulta que es un juguete!”

Sí, es especial, pero no porque consiga colisiones que nunca antes hayamos observado, o que no se estén produciendo ahora mismo según me lees. **Es especial porque logrará producir esas colisiones a voluntad, donde y cuando nosotros queremos**, y de modo que tengamos todos nuestros instrumentos de medida listos allí mismo para registrar hasta el más mínimo detalle de lo que está pasando. A la Tierra llegan partículas muy energéticas todo el tiempo, pero la Tierra es muy grande y no podemos “mirar” a todas partes todo el tiempo. Además, los impactos suelen producirse en lugares muy alejados de nuestros laboratorios, cerca de la cima de la atmósfera, y no podemos ver lo que pasa allí mismo, sino los resultados muy alejados (como partículas que provienen de partículas que provienen de partículas involucradas en el choque).

Es decir, el LHC no es especial por ser poderoso –que lo es comparado con nuestros aceleradores anteriores, pero no con el Universo–, sino por ser conveniente. Nos permite ver las colisiones muy energéticas como a nosotros nos gusta, y probablemente de él saldrán unos cuantos Premios Nobel y, ¡ojalá!, la detección del bosón de Higgs o incluso de partículas fuera del Modelo Estándar.

*Lo que no pasará es que la Tierra desaparezca.*

Uno de los objetivos principales del LHC será encontrar el *Bosón de Higgs*, la partícula nunca detectada pero predicha por el Modelo Estándar.

En la red hay muchas fotos del LHC, pero algunas de ellas son realmente espectaculares. La que comparto hoy en esta breve entrada es especial porque se trata de uno de esos montajes panorámicos en los que realmente parece que estás dentro, puedes mirar a un lado y a otro... Además, en este caso se ha añadido el sonido grabado en la visita, de modo que es una oportunidad fantástica para tener una idea de lo que sería estar dentro del acelerador en construcción.

Para que te hagas una idea de la potencia del LHC, ha habido cierta preocupación (y la sigue habiendo en algunos círculos) acerca de los posibles peligros que podría acarrear acelerar partículas a las velocidades tremendas que lo va a hacer el acelerador. Entre esos posibles peligros se encuentran cosas tan aparentemente de ciencia-ficción como el crear un agujero negro estable en la Tierra o

crear materia extraña que sea más estable que la ordinaria. Sin embargo, los científicos están todo lo seguros que pueden estar de que estos peligros no traerán la destrucción de nuestro planeta y la raza humana.

Aquí tenéis el sitio (hay varias imágenes en la serie, puede pasarse de una a la otra, ampliar y reducir la imagen con el ratón, o mirar alrededor en la imagen actual). ¡Espero que las disfrutéis!:

<http://petermccready.com/portfolio/05091901.html>

Artículo para la asignatura de Mecánica Cuántica, UCO.  
Profesor: José Ignacio Fernández Palop.  
Alumno: Luis de la Barrera Aranda.  
28/Octubre/2009.