

# Avance y Perspectiva

Revista de divulgación del CINVESTAV

## La idoneidad del futuro colisionador de partículas elementales

Karina Galache · Friday, July 8th, 2022

Categorías: Ciencias Exactas, Zona Abierta

*Ante la aparición de algunas críticas a la construcción del futuro colisionador de partículas en el CERN, se resumen los principales beneficios del mismo. Su impacto será muy positivo: en lo estrictamente económico; en formación de recursos humanos altamente especializados; en aplicaciones industriales; tendrá un gran valor cultural agregado; y, desde luego, en la frontera del conocimiento científico.*

**Antecedentes y motivación:** La Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN, por sus siglas en francés) lidera la investigación en física de altas energías desde su fundación, en 1954. Su más reciente descubrimiento que copó las portadas de los medios en todo el mundo fue el del bosón de Higgs, la partícula asociada con el mecanismo que da masa a las partículas elementales conocidas (salvo, quizá, los neutrinos), anunciado hace diez años y que se premió con el Nobel de Física en 2013. Este bosón fue reconstruido pioneramente a partir de las medidas de los detectores ATLAS y CMS del Gran Colisionador de Hadrones (LHC, por sus siglas en inglés)[1]. Este hallazgo tan celebrado completó el llamado Modelo Estándar (SM, por sus siglas en inglés). Así, el SM -como teoría cuántica de campos- es consistente hasta escalas de energía tan grandes (distancias tan pequeñas) que aspectos cuánticos de la gravedad se vuelven relevantes. Sin embargo, no tenemos esperanzas fundadas de probar experimentalmente tamañas escalas en un futuro cercano. Escudándose en esto, durante el proceso de planeación del próximo colisionador, que suceda y supere al LHC (FCC-ee), han surgido voces críticas respecto a la conveniencia de seguir progresando en esta línea.

En particular, el artículo <https://bigthink.com/hard-science/large-hadron-collider-economics/> (hay varios semejantes, dos de ellos allí citados), y su discusión en un foro de físicos de México en redes sociales, me motivó a escribir este artículo. Como pueden comprobar, sus argumentos se reducen a dos: i) el costo es altísimo, cien mil millones de dólares, y podría dispararse más todavía; ii) no servirá para probar la teoría de supercuerdas, por lo que no tiene caso construirlo. Es sencillo comprobar que dicho costo es incorrecto por un orden de magnitud: en [https://indico.cern.ch/event/839155/contributions/3551077/attachments/1904706/3145393/FCC-ee\\_Overview.pdf](https://indico.cern.ch/event/839155/contributions/3551077/attachments/1904706/3145393/FCC-ee_Overview.pdf), se calcula en doce mil millones. Al inicio del apartado “Ciencia básica”, más

abajo, recuerdo que probar una teoría específica no puede ser el objetivo de ningún experimento. En el caso particular de las supercuerdas se ha acuñado el término “not even wrong” para referirse a su no falsabilidad[2], lo que no afecta la motivación científica para un nuevo colisionador. Revisamos a continuación los principales argumentos que apoyan una decisión informada en favor de su construcción.

**Beneficio económico:** El punto de vista económico es quizás el que más claramente justifica esta construcción. Existe un documento detallado (<http://cds.cern.ch/record/2319300>, y un folleto resumido, [https://fcc-cdr.web.cern.ch/webkit/press\\_material/Brochure\\_A5\\_SocioEconomic\\_EN.pdf](https://fcc-cdr.web.cern.ch/webkit/press_material/Brochure_A5_SocioEconomic_EN.pdf)) con las conclusiones de un estudio sobre los beneficios económicos de los colisionadores en el CERN proyectado a 25 años. Éstas son abrumadoramente propicias para proseguir con el programa: costos y beneficios se elevan por encima de los 20 mil millones de euros, con un saldo favorable de unos 3 mil millones [3]. No olvidemos que la web fue desarrollada (cuando el experimento predecesor del LHC, LEP, llevaba unos cinco años de actividad) a partir de la necesidad de los investigadores en el CERN de comunicarse, compartiendo datos telemáticamente, de manera casi instantánea. El impacto económico de la web aumenta sin cesar a un ritmo vertiginoso: es más del 10% del producto interno bruto de Estados Unidos y su aporte crece unas 10 veces más rápido que el resto de la economía. Solamente con el superávit generado por la web se podría seguir financiando toda la ciencia básica generosamente de manera sostenida.

**Aplicaciones industriales:** Aunque no se tenga la certeza de otro desarrollo de impacto comparable, el CERN permanecerá rentable desde un punto de vista meramente económico. Sus aplicaciones industriales (con unos 50 países distintos, incluyendo México), entre 1995 y 2015, se centraron en los imanes superconductores, componentes de alto vacío, esterilización y criogenia, entre otros. Algunos de sus descubrimientos más recientes apenas están comenzando a revolucionar la física médica (imagen y diagnóstico, hadronterapia, etcétera) y otras disciplinas. Estas aplicaciones permiten el balance positivo del CERN.

**Recursos Humanos:** La formación altamente especializada que recibe un doctorando en física de altas energías va más allá de la resolución de problemas académicos y le permite adaptarse fácilmente a cualquiera, iniciando con modelos sencillos que puedan mejorarse sistemáticamente según se requiera. Estas habilidades en programación y manejo de grandes bases de datos (también de trabajo en equipo, análisis crítico, pensamiento independiente, búsqueda de sinergias, y comunicación y defensa de los resultados obtenidos) son altamente apreciadas por la banca, seguros, telecomunicaciones, etcétera.

**Enriquecimiento cultural:** Dentro del valor cultural agregado podemos incluir los millones de visitas anuales al CERN y a sus sucesivas exposiciones, así como a los nodos de cómputo en los distintos países, el impacto a través de redes sociales, y actividades para promover las vocaciones científicas y la apreciación social de estas investigaciones, mediante programas en escuelas, institutos y universidades en todo el mundo.

**Ciencia básica:** Finalmente abordaremos la motivación científica del proyecto. El objetivo del FCC-ee no es validar o refutar (lo cual puede ser imposible, como esgrimen los detractores de los nuevos colisionadores) una teoría específica más allá del SM, sino descubrir qué nueva física generaliza y extiende la que conocemos. Sabemos que ésta debe existir, p. ej. porque el SM no puede explicar que nuestro universo esté compuesto principalmente por materia, sin casi antimateria (lo que es crucial para la vida; de otro modo ambas se aniquilarían continuamente y sólo habría radiación, fotones). Nuestras teorías favoritas tienden a resolver este problema (y algunos otros) a escalas de energía tan altas que no pueden ser probadas en un futuro cercano, pero eso no debe ser motivo para abandonar nuestra aventura de exploración de lo cada vez más pequeño (a energías, por tanto, cada vez mayores, con colisionadores más caros, aunque también más redituables).

Debemos recordar siempre el progreso de nuestra disciplina y aprender del mismo. A experimentos de descubrimiento (como LHC) les preceden experimentos de precisión (como LEP). Justamente las medidas de LEP aseguraban que LHC iba a descubrir el Higgs (o lo que desempeñara su papel). Es claro, pues, que nuestro siguiente paso óptimo es un sucesor de LEP, y ésta ha sido la guía para proponer el FCC-ee. A través de sus medidas, de extrema precisión, de las propiedades de las partículas más pesadas del SM, y ante una eventual desviación respecto de la predicción teórica (con incertidumbres proporcionalmente pequeñas), tal discrepancia indicará la presencia de nueva física y permitirá caracterizarla. Así será posible planear y construir un sucesor del LHC (FCC-hh) que la descubra y mida.

Existe una lista famosa de una decena de experimentos recientes, recopilada por el premio Nobel Sam Ting (uno de los descubridores del quark charm), donde la primera razón propuesta para pedir (y obtener) la financiación requerida no fue la que mereció un premio Nobel y que pasó a la historia como el descubrimiento fundamental allí realizado (sólo por mencionar uno de los casos; SuperKamiokande no midió ninguna desintegración del protón; sin embargo, probó la oscilación de los neutrinos -premiada con el Nobel- y, por tanto, su carácter masivo, con profundas implicaciones corpusculares y cosmológicas, que quizá nos conduzcan a uno de los próximos parteaguas en física fundamental). Esto sólo es un botón de muestra de que las mentes más brillantes se equivocan y de que el experimento puntero es imprescindible para hacer avanzar a la ciencia. Quizá no en la dirección que esperamos (materia oscura, asimetría materia-antimateria, ...), justo por eso debemos seguir experimentando (y lo dice un teórico). No es gasto, sino una excelente inversión.

## Referencias

[1] Aproximadamente la mitad de los integrantes del grupo de altas energías del Dpto. de Física del Cinvestav participan en los experimentos del LHC, donde juegan un papel muy relevante.

[2] “Not even wrong: The failure of string theory and the search for unity in physical law”, Peter Woit, Basic Books, 2006.

[3] A pesar de lo elevado de estas cifras, nótese que a cada uno de los contribuyentes de los

---

estados miembros le costará la ridícula cifra de 2.5 euros (poco más de 50 pesos) al año.

**Foto de portada: 2005 CERN, Maximilien Brice**

This entry was posted on Friday, July 8th, 2022 at 11:43 am and is filed under [Ciencias Exactas](#), [Zona Abierta](#)

You can follow any responses to this entry through the [Comments \(RSS\)](#) feed. Both comments and pings are currently closed.