

Científicos del Laboratorio de Física del CECs desarrollan líneas de investigación altamente especializadas en el campo de la física de partículas.

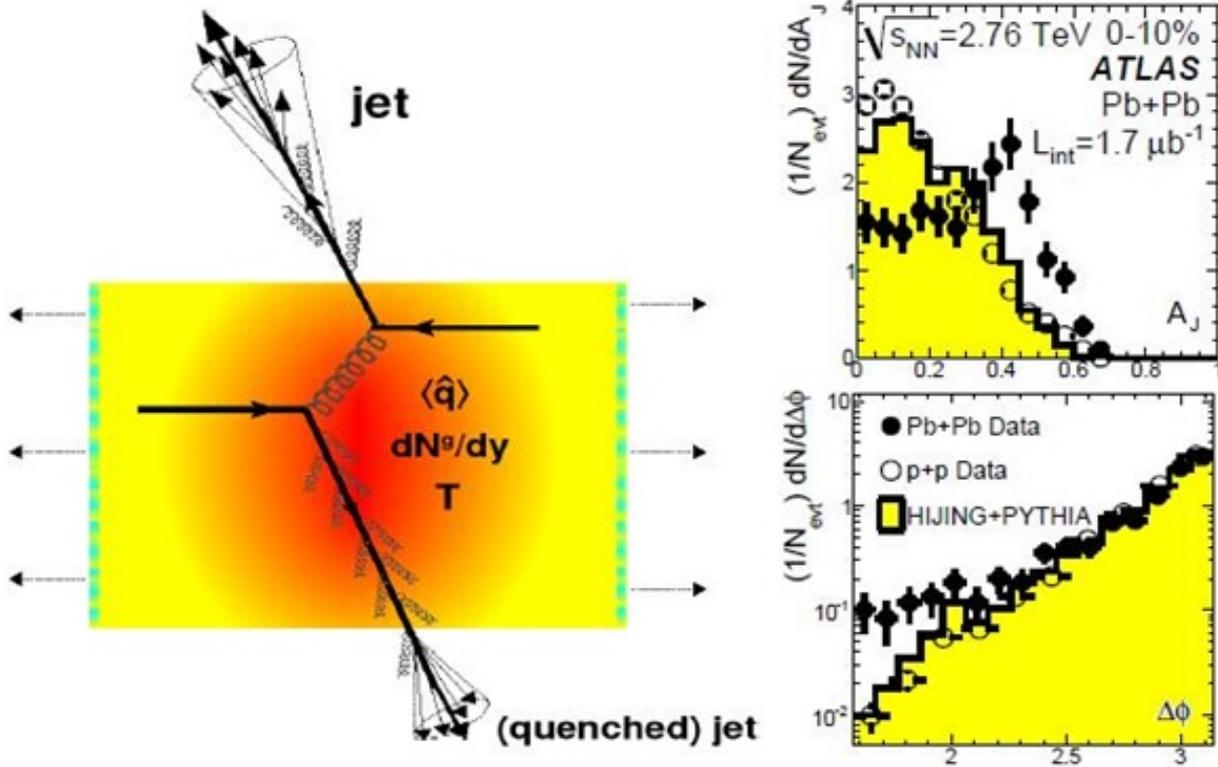
La física de partículas se hace preguntas respecto de los más elementales componentes de la materia, y para comprenderlos mejor recurren a experimentos de gran envergadura.

Actualmente, dicha fuente experimental de datos proviene de colisionadores como el [Large Hadron Collider](#)

(LHC), cuya principal labor es “hacer chocar hadrones” para examinar lo que ocurre a partir de ese evento.

La complejidad analítica de los datos de estas colisiones es enorme, es como hacer chocar de frente dos camiones cargados con cristalería fina y analizar los trozos de vidrio para intentar entender cómo se fabrica una copa de champagne, de noche, con lluvia, y sin linterna. Así de complejo. Ese es justamente el campo de investigación en el que trabajan los físicos teóricos del CECs.

Los hadrones son partículas formadas por quarks, los que permanecen unidos entre sí gracias a la interacción nuclear fuerte, una de las fuerzas fundamentales en el universo. Desde el momento en que se produce la colisión de hadrones éstos se despedazan liberando sus componentes, en particular quarks y gluones. Estas emisiones se les conoce como lluvia de partones, las que producen un efecto llamado hadronización, que significa que con la energía disponible se generan otros partones (quarks y gluones) para formar nuevos hadrones. Estos se emiten en direcciones específicas llamadas jets, que son esas líneas de colores que se pueden apreciar en las imágenes que nos han entregado los colisionadores como el LHC.



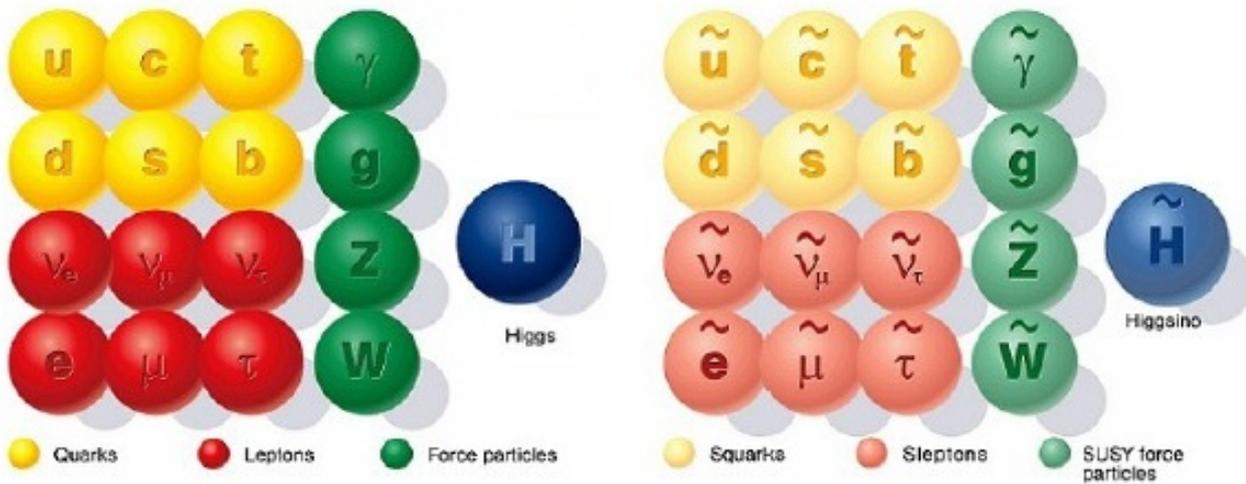
Las colisiones de partículas ofrecen una excelente oportunidad de examen empírico para la Supersimetría (SUSY). En términos simples, la supersimetría implica que para cada tipo de partículas existe otra asociada de gran masa. Se trata de una réplica en forma de bosón si la partícula "normal" es un fermión y viceversa. Es decir que dado un bosón siempre existe un fermión asociado, la partícula supercompañera. Y dado un fermión siempre existe un supercompañero bosónico asociado.

Dado que no se han podido observar en la naturaleza, para poder ver las partículas supersimétricas se han desarrollado colisiones de muy alta energía. Con dicha energía se pueden crear partículas de masa elevada por lo que si se llegan a observar dichas

superpartículas significa que la supersimetría existe.

La supersimetría presenta una curiosa paradoja: por un lado, existe un amplio consenso entre los físicos teóricos de que debe existir, pero por otro lado, y a pesar de más de cuatro décadas de extensa búsqueda en los aceleradores, no se ha encontrado evidencia de SUSY, por lo menos en su forma más simple, por lo que incluso algunos de sus proponentes originales se retractaron de su apoyo a la idea.

SUPERSYMMETRY



Standard particles

SUSY particles

[Jorge Zanelli](#) y [Pablo Pais](#), del [Laboratorio de Física](#) del CECs, en un reciente paper publicado bajo el título "[Local supersymmetry without SUSY partners](#)"

, proponen un análisis que mantiene la esencia del paradigma de la supersimetría, pero que difiere en tres aspectos importantes de su construcción estándar. Los rasgos distintivos de esta teoría y que marcan la diferencia con la supersimetría son que el número de estados fermiónicos y bosónicos no son necesariamente lo mismo; que no hay supercompañeros con igual masa; que si bien esta supersimetría se origina en una teoría de norma local que incluye gravedad, no hay gravitino (el compañero supersimétrico del gravitón); que los fermiones adquieren masa de su acoplamiento a un segundo plano o de orden superior de auto-acoplamientos, mientras que los bosones se mantienen sin masa.

Por otra parte, la forma en que ocurren los procesos post colisión de partículas que derivan en distintas emisiones con direcciones específicas llamadas jets no se ha podido calcular con exactitud, razón de ser de la teoría cromodinámica cuántica (o QCD), cuyas funciones, al no poder calcularse, se han estado realizando experimentalmente. A un tipo de estas se les llama funciones de fragmentación las que permiten entender cómo se producen los jets, las que representan probabilidades de que un partón salga emitido con cierta energía o momentum.

Ejemplo del estudio de ello es el paper titulado "[Gribov gap equation at finite temperature](#)" cuyos autores son

[Fabrizio Cánfora](#)

, [Pablo Pais](#)

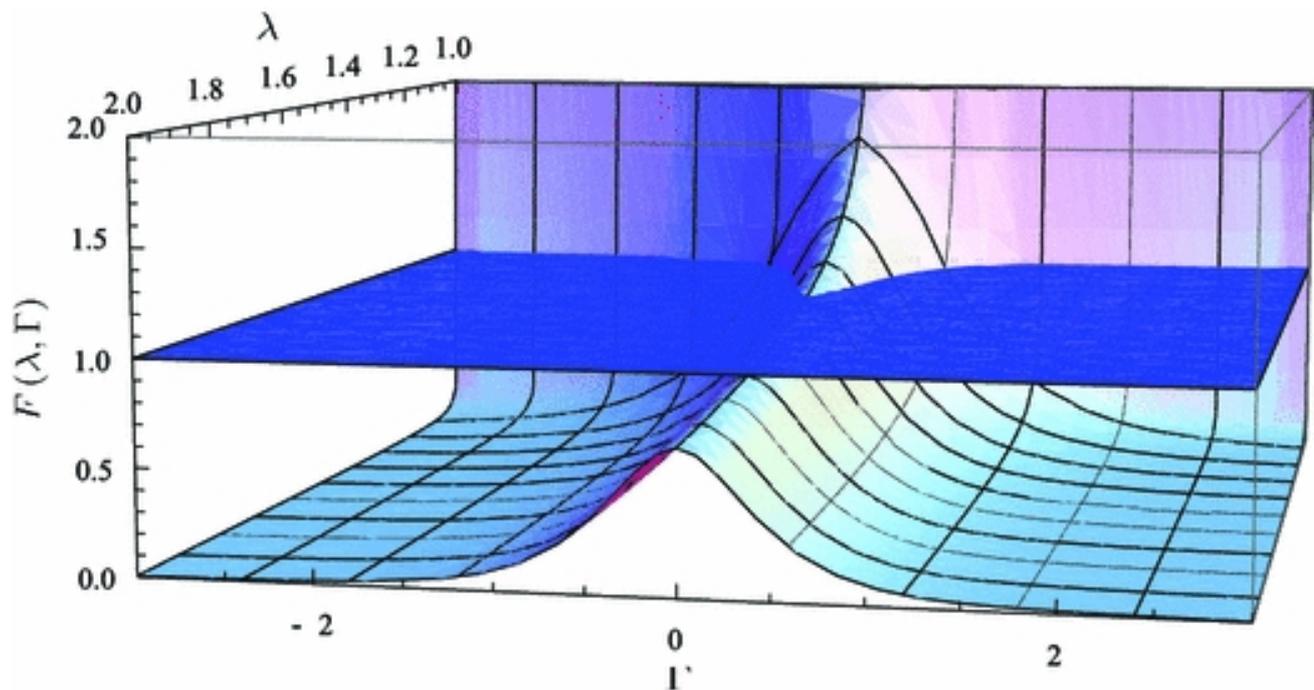
y

[Patricio Salgado-Rebolledo](#)

, todos del

[Laboratorio de Física Teórica](#)

del CECs. En dicho artículo abordan uno de los rasgos más característicos de la QCD, la libertad asintótica, comportamiento anómalo que se debe a que los mediadores de la interacción (los gluones) son capaces de interactuar entre ellos, la que se va debilitando progresivamente a distancias menores y que paralelamente permite realizar el análisis de perturbación estándar en régimen ultravioleta.



El fenómeno de confinamiento junto con la propiedad de libertad asintótica son dos de las propiedades de la teoría de la cromodinámica cuántica formulada para dar cuenta de las interacciones fuertes que actúan sobre las partículas que poseen una carga de color, y constituyen uno de los principales problemas abiertos en la física teórica, por lo que su estudio representa un desafío vigente y actual.

El estudio de la supersimetría y la cromodinámica cuántica representan un desafío investigativo mayor, en cuyo esfuerzo contribuyen significativamente los científicos del Laboratorio de Física del CECs.

Referencias:

- 1. Local supersymmetry without SUSY partners. PHYSICS-LETTERS-B735-(2014), PAGES-314-321 DOI: [10.1016/j.physletb.2014.06.031](https://doi.org/10.1016/j.physletb.2014.06.031)
- 2. Gribov gap equation at finite temperatura. The European Physical Journal C May 2014, 74:2855, DOI: [10.1140/epjc/s10052-014-2855-x](https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-014-2855-x)