

Informe Parcial de Tesis de Licenciatura

A) DATOS PERSONALES

Nombre: **Ferro, Maximiliano Gabriel**

E- mail: **mgferro.vl@gmail.com**

Fecha de Inscripción en la materia: Mayo 2020

Lugar de trabajo del alumno: **Instituto de Física La Plata, CONICET-UNLP**

Tema del Plan de Tesis: **Divergencias UV en Lazos de Wilson y dualidad gravedad/gauge**

Director

Nombre: **Diego Correa**

E-mail: **correa@fisica.unlp.edu.ar**

B) Materias Correlativas pendientes

Adeudo los finales de Física Teórica 1, Física teórica 3

C) Estado de avance

En primer lugar, se estudió la definición y la motivación de los lazos de Wilson en teorías de gauge no-abelianas. Se abordó el cálculo perturbativo de valores de expectación de estos observables y su interpretación física. En particular se discutió cómo el valor de expectación de un lazo de Wilson rectangular en una teoría de Yang Mills **puede** asociarse con el *potencial quark-antiquark*. **En el caso de** teorías de gauge con invariancia conforme **los potenciales presentan un decaimiento de tipo** Coulombiano y por lo tanto no pueden dar lugar a confinamiento de cargas.

En general, distintos tipos de divergencias pueden aparecer en el cálculo del valor de expectación de un lazo de Wilson y por lo tanto se suelen requerir procesos de regularización. Por ejemplo, es característica la aparición de divergencias ultravioletas (UV) proporcionales a la longitud del lazo provenientes de la evaluación de los propagadores **en puntos coincidentes sobre la trayectoria del lazo**. Sin embargo, estas divergencias pueden ser eliminadas mediante técnicas de renormalización.

El cálculo de observables en una teoría de gauge involucra un proceso de fijado de gauge. **Aunque** por simplicidad, es habitual que los cálculos de lazos de Wilson se realizan fijando el

gauge de Landau, **otras elecciones son por supuesto posibles**. En la primera parte de este trabajo de tesis se **calculó** a primer orden perturbativo el valor de expectación de diversos lazos de Wilson y se constató que una elección conveniente del fijado de gauge permite cancelar las divergencias UV proporcionales a la longitud del lazo y por lo tanto evitar un proceso de regularización para extraerlas. Por ejemplo, para ciertos lazos de Wilson supersimétricos en teorías de super Yang-Mills el gauge de Landau da un resultado finito, mientras que para otros lazos no supersimétricos otra elección de gauge es posible (gauge de Yennie) para tener directamente un resultado finito. Un análisis análogo se puede repetir para tratar este tipo de divergencias en teorías de Chern-Simons con materia.

Otro tipo de divergencias provienen de un cambio abrupto en la dirección del lazo, **o cualquier otro parámetro que especifica al lazo de Wilson**. Este tipo de divergencias logarítmicas, las cuales no pueden ser canceladas por renormalización, dan lugar a la llamada *la dimensión anómala de cusp* cuya interpretación física **también puede relacionarse con el potencial de quark-antiquark y con la intensidad de la radiación de Bremsstrahlung**. Para estos lazos con un *cusp* se estudió, en la teoría *N=4 SuperYang-Mills en 4 dimensiones*, una relación de recurrencia entre *diagramas de tipo escalera* a orden arbitrario en el desarrollo perturbativo que conduce a una ecuación de Bethe-Salpeter. Esta ecuación es equivalente a resolver un problema de autofunciones análogo a la ecuación de Schrödinger **y su resolución permite calcular la suma de estos diagramas de tipo escalera a todo orden perturbativo**.

En la etapa actual del trabajo de tesis, estas nociones se están aplicando para el estudio **de lazos de Wilson** en una teoría de Chern-Simons supersimétrica acoplada con materia definida en 3 dimensiones (denominada ABJM, según las iniciales de los autores que la introdujeron). La dinámica de los campos de gauge en las teorías de Chern-Simons no es la habitual de las teorías de Yang-Mills del *modelo standard*, **pero encuentra interesantes aplicaciones en modelos de materia condensada y gravitación**. La familiarización del estudiante con este tipo de teorías es parte importante de su trabajo de tesis.

En esta teoría de Chern-Simons-materia existe una familia de lazos supersimétricos con un parámetro ζ que permite interpolar entre cierto tipo de lazos 1/2 BPS (invariante frente a la mitad de las posibles transformaciones de supersimetría) y otro tipo de lazos 1/6 BPS. En la etapa final del trabajo de tesis se estudiará la contribución de los diagramas del tipo escalera al valor de expectación para un lazo de Wilson que presenta un *cusp* o salto abrupto en el valor del parámetro

ζ. Para ello debe derivarse y resolverse una ecuación de Bethe-Salpeter. Además, se analizará la posibilidad de que exista un límite paramétrico en el que los diagramas tipo escalera, además de poder sumarse, constituyan la contribución dominante al valor de expectación del lazo de Wilson. Esto en sí mismo ofrecería la posibilidad de acceder al régimen de acoplamiento fuerte en dicho límite paramétrico y contrastar con resultados que se podrían obtener con una teoría de cuerdas empleando la dualidad gravedad/gauge.

Se prevee finalizar el trabajo de tesis durante Mayo-Junio de 2021.

D) Otra información relevante

Firmas del alumno y del Director