



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DOCTORADO EN CIENCIAS FÍSICAS

Expansión de Álgebras y Gravedad Chern-Simons

Profesor Guía: Dr. Patricio Salgado Arias

Tesis para ser presentada a la Dirección de Postgrado
de la Universidad de Concepción

ALFREDO HÉCTOR PÉREZ DONOSO
CONCEPCIÓN - CHILE 2010

Resumen

Tres de las cuatro fuerzas fundamentales de la naturaleza son consistentemente descritas por teorías de Yang-Mills. Gravedad, la cuarta interacción fundamental, se resiste a ser cuantizada a pesar que Relatividad General y las teorías de Yang Mills tienen un fundamento geométrico similar. Sin embargo existe una diferencia de gran importancia entre la teoría de Yang-mills y la teoría de la gravitación de Einstein. La teoría de Yang-Mills es basada en un espacio-tiempo dotado de una estructura métrica no dinámica. En Relatividad General el espacio-tiempo es un objeto dinámico, que tiene grados de libertad independientes, y es gobernado por las ecuaciones de campo de Einstein. Esto significa que en Relatividad General la geometría es determinada de manera dinámica. Por lo tanto, la construcción de una teoría de gauge para la gravedad requiere de una acción que no considere un espacio-tiempo background. Una acción para la interacción gravitacional que satisface estas condiciones, válida sólo en espacios-tiempos de dimensiones impares $d = 2n + 1$, fue propuesta por Chamseddine en refs. [9, 11] y es conocida como gravedad de Chern-Simons. Esta teoría ha sido estudiada de diferentes puntos de vistas en Refs. [15, 32, 33, 41, 61, 62, 63, 64, 65, 71, 72, 73, 78].

El objetivo central de esta tesis es estudiar si Gravedad Chern-Simons desemboca en determinados límites en teorías conocidas tales como Relatividad General o las llamadas gravedades topológicas en dimensiones pares. Para ésto se desarrollarán apropiadas herramientas matemáticas tales como el metodo de expansión de álgebras de Lie. En particular se desarrollará la formulación dual del llamado método de S-expansión cuya aplicación permite relacionar la gravedad “exótica” en $(2 + 1)$ -dimensiones con Relatividad General y teorías topológicas masivas para gravedad en $(2 + 1)$ -dimensiones.

La aplicación de los procedimientos de expansión permiten encontrar una relación entre ciertas teorías Chern-Simons para gravedad y Relatividad General en dimensiones impares, donde esta última emerge en un punto singular del espacio de parámetros de la teoría Chern-Simons. Se discutirá también la posible aplicación de este método al caso de supergravedad Chern-Simons y se desarrollará en forma explícita el caso de supergravedad 5-dimensional

con dos supercargas.

El método de S-expansión dual se generalizará además al caso de álgebras de Lie de orden superior que serán descritas en términos de sus ecuaciones de Maurer-Cartan generalizadas.

Finalmente se establecerá una relación entre teorías Chern-Simons para el grupo de Poincaré realizadas no-linealmente y gravedad topológica en dimensiones pares, donde esta última está definida sobre el borde de la teoría Chern-Simons cuando son impuestas adecuadas condiciones de borde. El multiplete escalar en la representación fundamental necesario para construir la acción topológica en dimensiones pares es identificado con el campo coseto asociado a la realización no-lineal del grupo de Poincaré.

