



Universidad de Concepción
Dirección de Postgrado
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Programa de Magíster en Ciencias con mención en Física

GRAVEDAD $f(R, T)$, VARIACIÓN DE PALATINI Y SINGULARIDADES DE SUPERFICIE

Tesis para optar al grado académico
de Magíster en Ciencias con mención en Física

por

José Manuel Esteban Barrientos Ortiz

Profesor Guía: Dr. Guillermo Francisco Rubilar Alegría
Departamento de Física
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Concepción

Comisión: Dr. Fernando Alfonso Gutiérrez Rivera
Dr. Fernando Esteban Izaurieta Aranda

Diciembre, 2014
Concepción-Chile

Resumen

El modelo actualmente aceptado para la gravedad y la geometría fue establecida por Einstein mediante la teoría de Relatividad General (RG). Esta teoría asume una geometría de Riemann y por lo tanto que el tensor métrico es suficiente para caracterizar completamente la geometría del espaciotiempo. La Teoría General de la Relatividad ha resultado estar, hasta el momento, en excelente acuerdo con las observaciones. Sin embargo, existen razones teóricas para creer que la teoría debe ser modificada a altas energías. Las observaciones de estructuras a gran escala y la dinámica del universo han sido interpretadas como un indicador de que a grandes escalas, sector infrarrojo de la teoría, también debiese ser modificada [1]. Por lo tanto, la Relatividad General podría ser vista como una aproximación válida dentro de un cierto rango de energías o escalas de longitud.

Una de las modificaciones más simples a RG es la gravedad $f(R)$ en la cual la acción es construida con una función arbitraria del escalar de curvatura R . Existen dos formalismos para derivar las ecuaciones de campo en estas teorías. La primera es el formalismo métrico estándar y la segunda es el formalismo de Palatini, en el cual la métrica $g_{\mu\nu}$ y la conexión $\Gamma_{\mu\nu}^{\lambda}$ son tratadas como variables independientes. Estos dos formalismos dan lugar a diferentes ecuaciones de campo para una acción no lineal en R , mientras que para la acción de RG éstas son idénticas.

El enfoque de Palatini ha recibido una atención creciente en el contexto del problema de aceleración cósmica [2, 3] y en aplicaciones a la fenomenología cuántica de la gravedad [4], el universo temprano, y los agujeros negros [5]. Se ha encontrado, por ejemplo, que teorías $f(R)$ formuladas a la Palatini conducen, naturalmente, a soluciones de uni-

verso acelerado [6]. La razón a esto es el hecho que las ecuaciones de campo en el vacío son equivalentes a las de RG con constante cosmológica (RG+ Λ), cuyo valor depende del lagrangiano $f(R)$ particular que se considere. A pesar de sus propiedades atractivas, las teorías a la Palatini también han sido criticadas en la literatura en cuanto al problema de Cauchy, debido a la presencia de derivadas de orden superior de los campos de materia en las ecuaciones de campo, y a la existencia de divergencias de curvatura en las superficie de sistemas esféricos, con ecuaciones de estado politrópicas, cuando el índice politrópico Γ está entre $3/2 < \Gamma < 2$, intervalo en donde RG admite descripciones satisfactorias para ciertos modelos (gas monoatómico y gas de electrones no-relativistas degenerado) [7].

Esta tesis propone estudiar las teorías $f(R, T)$ propuestas por Harko *et al.* en [8], donde la acción es dada por una función arbitraria del escalar de curvatura y la traza del tensor energía-momentum, y en particular el formalismo de Palatini. Concretamente, queremos determinar si las divergencias de superficie de los sistemas esféricos pueden ser removidas al agregar términos que dependen de la materia a las ecuaciones de campo. De esta manera, también se plantea estudiar las ecuaciones de movimiento para partículas de prueba, puesto que éstas dejan de moverse a lo largo de geodésicas.