

**GRAVITATIONAL COLLAPSE OF MASSLESS SCALAR FIELD WITH  
NEGATIVE COSMOLOGICAL CONSTANT IN (2+1) DIMENSIONS**

**Roberto Chan<sup>1</sup>, Maria de Fátima Alves da Silva<sup>2</sup>,  
Jaime Fernando Villas da Rocha<sup>2</sup>**

**1 - ON/MCT**

**2 - IF/UERJ**

Some recent work has been taken the consideration of the gravitational collapse of a minimally coupled scalar field in the presence of a cosmological constant but in a lower dimensional spacetime, namely 2+1. There are several motivations for studying such a model. Among these is the recent flurry of work on anti-de Sitter (AdS) spacetimes stemming from the AdS/CFT conjecture. This conjecture assumes a correspondence between the gravitational physics in an AdS spacetime and the physics of a conformal field theory on the boundary of AdS. Hence, understanding AdS spacetimes can potentially yield insight into Super-Yang-Mills theory (and vice versa). Another motivation for studying 2+1 scalar field collapse is partly the relative simplification that results in going from 3+1 to 2+1 dimensional gravity. By itself, this would not necessarily be that compelling, but there are, of course, some intriguing solutions in 2+1 such as the BTZ black hole that closely parallel the black hole solutions of 3+1 gravity. Earlier work has considered the question of gravitational collapse to a BTZ black hole, but using either null fluid or dust as the collapsing matter. On the other hand, in 2+1 dimensional spacetimes, the cosmological constant plays a fundamental role in black holes structure. The BTZ solution itself needs a negative cosmological constant and it was demonstrated that, in fact, black holes in this class of spacetimes are formed only in the presence of negative cosmological constant. We found all the geodesic solutions of the Einstein-massless-scalar field equations with negative cosmological constant in the (2+1)-dimensional spacetimes with circular symmetry. From these, we have shown that only one of the solutions, can represent gravitational collapse of the scalar field because it satisfies the regularity conditions at the origin and presents a real and positive geometric radius, which always decreases with the time. A singularity is formed in a finite time, where the geometric radius vanishes. Thus, this collapse always forms black holes.

**MODELOS COSMOLÓGICOS COM EXTENSÃO DIMENSIONAL  
DA TEORIA NEWTONIANA MODIFICADA**

**Leandro de Souza Duque, Jaime Fernando Villas da Rocha  
IF/UERJ**

A debilidade das supernovas tipo Ia de alto desvio para o vermelho tem sido interpretada como uma evidência de que a expansão do universo está sendo acelerada, o que sugere que o universo tendo passado por uma fase de desaceleração, encontra-se em fase de expansão acelerada, cuja causa poderia decorrer da existência de uma energia escura associada a uma pressão negativa. Por outro lado, a teoria newtoniana modificada pode ser interpretada como uma modificação da inéfrica. O intento de sua elaboração foi o de resolver o problema da massa escura, relacionado ao movimento orbital das estrelas em suas galáxias. Bekenstein e Milgrom elaboraram uma versão não relativística da teoria newtoniana modificada, constituindo-se expressamente numa teoria modificada da gravitação, alterando a equação de Poisson o que determina de uma forma modificada o potencial gravitacional gerado pela distribuição de densidade de massa. É um resultado conhecido que modelos cosmológicos homogêneos e isotrópicos discretos e contínuos com o uso da teoria newtoniana usual só fornecem uma equação similar à de Friedmann com o uso de hipóteses originadas da Relatividade Geral. Investigações dos momentos iniciais do universo que considerem a Gravitação a se comportar nos moldes das teorias newtonianas modificadas deverão levar em conta dimensões extras. Após realizarmos a extensão dimensional da teoria newtoniana modificada de Bekenstein e Milgrom, construímos todas as alternativas de modelos cosmológicos contínuos e discretos fundados nesta extensão e discutimos suas interpretações no âmbito de explicações alternativas para a origem da energia escura. Como termos adicionais aparecem naturalmente em alguns modelos derivados desta extensão, confrontamos também tais modelos aos newtonianos e às hipóteses ad-hoc necessárias para sua constituição.

**MODELAMENTO MATEMÁTICO DE UM DETECTOR DE ONDAS GRAVITACIONAIS ESFÉRICO  
POR SEIS BARRAS**

**César Henrique Lenzi, Rubens de Melo Marinho Júnior**  
CTA/ITA

A existência da radiação gravitacional é consequência direta da Teoria da Relatividade Geral, proposta por Einstein em 1916. Mais do que a confirmação da teoria de Einstein, a detecção de ondas gravitacionais abrirá novas portas para o estudo do Universo, já que o espectro gravitacional é uma importante fonte de informações astrofísicas. As ondas gravitacionais, a medida que atravessam um corpo elástico, excitam seus modos quadripolares, o que torna possível, através do monitoramento dessas oscilações, a detecção direta das ondas gravitacionais. No Brasil, o detector esférico Mário Schenberg está atualmente em sua fase final de construção. Nosso trabalho consiste em aplicar um formalismo que permite escrever a resposta do detector de ondas gravitacionais em termos de tensores simétricos de traço nulo (STF) para a obtenção da direção de chegada da onda e de sua polarização. Usamos a resposta de seis pontos diferentes da superfície da esfera, cada qual localizado em um transdutor. Modelamos então a esfera como seis barras desacopladas. Até o momento obtemos resultados que mostram que as frequências dos modos ressonantes da esfera, modelada por este novo contexto, apresenta valores muito próximos dos valores exatos das frequências ressonantes da esfera. Concluímos então que o modelamento da esfera através de uma rede de seis detectores localizados tende a ser uma ferramenta útil na detecção de ondas gravitacionais.

**EINSTEIN'S GRAVITATIONAL LENSING AND NONLINEAR ELECTRODYNAMICS**

**Herman J. Mosquera Cuesta**  
CBPF

Einstein (1936) predicted the phenomenon presently known as gravitational lensing (GL). A prime feature of GL is the magnification, because of the gravitational field, of the star visible surface as seen from a distant observer. We show here that nonlinear electrodynamics (NLED) modifies in a fundamental basis Einstein's general relativistic (GR) original derivation. The effect becomes apparent by studying the light propagation from a strongly magnetic ( $B$ ) pulsar (SMP). Unlike its GR counterpart, the photon dynamics in NLED leads to a new effective GL, which depends also on the  $B$ -field permeating the pulsar. The apparent radius of a SMP appears then unexpectedly diminished, by a large factor, as compared to the classical Einstein's prediction. This may prove very crucial in determining physical properties of high  $B$ -field stars from their X-ray emission.

**THE DYNAMICS OF ROBINSON-TRAUTMAN SPACETIMES  
WITH RADIATION**

**E. L. Rodrigues, H. P. Oliveira**  
UERJ

The RT spacetime can be interpreted as the vacuum exterior metric of a collapsing matter configuration emitting gravitational waves. An immediate generalization is to consider the non-vacuum case by adding a radiation field. In this way, we study the dynamics of an axisymmetric bounded configuration emitting gravitational waves together with radiation. Important issues such as the details of the non-linear evolution until the final configuration has been established and the amount of mass extracted by gravitational waves emission are discussed.