

PROPUESTA DE TESIS DE MAESTRÍA EN CIENCIAS FÍSICAS

DATOS GENERALES DE LA PROPUESTA

Título de la propuesta: **Renormalización y anomalías en la teoría de campos en fondos no triviales: aplicación al efecto Casimir**

Apellido y Nombres del director: **Francisco Diego Mazzitelli**

Teléfono:

Dirección electrónica del director (ingresar una sola dirección): **francisco.mazzitelli@ib.edu.ar**

Cargo IB: **Profesor Titular**

¿Propone codirector? : **NO**

Datos Co-director:

Dirección electrónica del codirector (ingresar una sola dirección):

Título máximo alcanzado del codirector (Doctor, Magister, otros) :

Cargo docente del codirector en el IB (no excluyente):

Justifique brevemente el rol del Codirector:

Lugar de realización: **División de Partículas y Campos**

DETALLE TÉCNICO DE LA PROPUESTA

Orientación:

Partículas y Campos

Breve descripción: **Existen numerosas situaciones de interés en las que se consideran campos cuánticos en presencia de fondos (backgrounds) no triviales. Por ejemplo, cuando el campo electromagnético es cuantizado en presencia de materiales conductores o de un medio material con permitividad y permeabilidad no homogéneas, surgen distintos efectos conocidos como fuerzas de Casimir, efecto Casimir dinámico y fricción cuántica [1]. En una rama diferente de la física, cuando se cuantizan campos de materia en presencia de gravedad, surge la denominada teoría de campos en espacios curvos [2], que es la herramienta utilizada para analizar procesos físicos en el universo temprano y aspectos conceptuales de fenómenos cuánticos en presencia de agujeros negros. Esta teoría está bien establecida y existen métodos de renormalización covariantes que permiten obtener predicciones finitas para distintos observables, absorbiendo las divergencias típicas de las teorías cuánticas relativistas con infinitos grados de libertad.**

Las situaciones descritas más arriba tienen en común la cuantización de campos en fondos clásicos. Por lo tanto, los métodos de renormalización deben poder aplicarse a ambas situaciones de manera unificada. En la literatura relacionada con el efecto Casimir, se han empleado diversos métodos de renormalización, y en algunos casos (electrodinámica cuántica macroscópica en presencia de medios inhomogéneos), aún no hay un consenso sobre cómo absorber las divergencias de la teoría. El objetivo general de este plan de trabajo es analizar críticamente los métodos de regularización y renormalización utilizados en el marco de las teorías que describen las diversas variantes del efecto Casimir, con énfasis en desarrollar una formulación unificada y discutir la eventual aparición de anomalías.

Más específicamente, en los trabajos [3, 4], se ha puntualizado que, para el caso electromagnético,

¿ético, el tensor de energía impulso puede adquirir una anomalía en el proceso de renormalización, que ha sido denominada "anomalía de Van der Waals", que podría tener importantes consecuencias en la física de los condensados de Bose-Einstein [3]. Se ha especulado también en que este tipo de anomalías puede tener consecuencias en un contexto cosmológico [4], proveyendo eventualmente explicaciones alternativas al problema de la energía oscura.

Hay aspectos contradictorios entre estos resultados y los recientemente obtenidos por nosotros en [5], en los que se demostró que, para el caso de un campo escalar con masa variable, los métodos de la teoría de campos en espacios curvos pueden aplicarse perfectamente, respetan las simetrías de la teoría y no introducen anomalías. Si bien en [5] se consideró un campo escalar como modelo de juguete para analizar las fluctuaciones del vacío y el efecto Casimir, consideraciones generales indican que los métodos usuales de la teoría de campos en espacios curvos no pueden introducir anomalías como las encontradas en [3], tampoco para el campo electromagnético. En consecuencia, el primer objetivo específico de este plan es generalizar los resultados de la Ref.[5] al caso del campo electromagnético, a los efectos de chequear la existencia o no de anomalías. Un aspecto importante a analizar es la interpretación física de los términos que son necesarios para absorber las divergencias. En este punto puede resultar necesario introducir modelos microscópicos para describir las propiedades electromagnéticas de los materiales. En el caso en que los distintos métodos de renormalización den lugar a predicciones diferentes, se deberán comparar más detalladamente los métodos, para encontrar las razones físicas de la discrepancia.

Finalmente, se analizarán las consecuencias de renormalizar el tensor de energía impulso de un campo cuántico en un contexto cosmológico, utilizando diferentes métodos de renormalización.

Referencias

- [1] Advances in the Casimir effect, M. Bordag, G Klimchitskaya, U. Mohideen and V. Mostepanenko, Oxford University Press, Oxford (2009); V. V. Dodonov, Phys. Scripta 82 (2010) 038105; D. A. R. Dalvit, P. A. Maia Neto and F. D. Mazzitelli, Lect. Notes Phys. 834 (2011) 419; P. D. Nation, J. R. Johansson, M. P. Blencowe and F. Nori, Rev. Mod. Phys. 84 (2012) 1.
- [2] Quantum field theory in curved spaces, N.D. Birrel and P.C.W Davies, Cambridge University Press (1982); Quantum field theory in curved spacetimes, L. Parker and D. Toms, Cambridge University Press (2009).
- [3] I. Y. Efrat and U. Leonhardt, Phys. Rev. B 104, 235432 (2021).
- [4] U. Leonhardt, Annals Phys. 411, 167973 (2019); U. Leonhardt, Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. A 378, 20190229 (2020); U. Leonhardt, [arXiv:2202.03862 [gr-qc]].
- [5] S. A. Franchino-Vinás, M. N. Mantinán and F. D. Mazzitelli, Phys. Rev. D (2022, en prensa).

Metodología principal: **Teórico**

Metodología secundaria:

Información adicional:

¿Propone que el tema sea considerado para suplemento de beca por tema prioritario? **NO**

Justifique por qué su propuesta debe ser considerada como tema prioritario:

Indique Gerente o Jefe de Departamento que avala su petición: