

Cuaderno de Resúmenes

Avances en Física

Coloquio de Estudiantes de Postgrado
Universidad de Santiago de Chile

15 de enero de 2026

Contents

1	Simulaciones atomísticas de nanocompuestos de GO y magnetita para adsorción de contaminantes	2
2	Mecanismos de fractura, de-adhesión y delaminación en geometrías elásticas complejas	2
3	Thermal Properties of the Non-Porous Nonlinear-Optical MOF MIRO-101	3
4	Antiferromagnetic modes in ferroelectric materials	3
5	Non-Gibbs steady state of strongly interacting light–matter systems	4
6	Epidemiological dynamics with clinically-derived infectiousness and incubation time courses	4
7	Revisiting Gravitational Radiation from Superradiant Axion Clouds through the Teukolsky Formalism	5
8	Thermodynamics of three dimensional hairy black holes	5
9	Fenomenología de Gravedad Cuántica en Sistemas Estadísticos	5
10	Búsqueda de Señales de Gravedad Cuántica a Bajas Energías	6

1 Simulaciones atomísticas de nanocompuestos de GO y magnetita para adsorción de contaminantes

Expositor: Nicolás Plaza Alcafuz

Resumen. En este trabajo planteamos el uso de nanocompuestos de óxido de grafeno (GO) con nanopartículas de magnetita (NP-Fe₃O₄) para la adsorción de contaminantes. El GO es un material destacado por su alta área superficial y por la presencia de grupos funcionales, los que alteran las propiedades químicas del material, mientras que la magnetita presenta propiedades magnéticas notables. Un compuesto de ambos elementos permitiría la captura de contaminantes mediante la alta reactividad del GO, seguido de una separación del material contaminado gracias al magnetismo de las nanopartículas. Uno de los aspectos más relevantes a considerar es la interacción entre ambos componentes, ya que cada uno se puede presentar en distintas formas, tamaños y composiciones químicas, dependiendo del método de síntesis utilizado. Para estudiar estas interacciones proponemos el uso de dos herramientas computacionales de simulaciones atomísticas: la Teoría del funcional de la densidad (DFT) y la dinámica molecular clásica (MD). DFT nos permite estudiar detalladamente, a nivel cuántico, las interacciones entre las superficies de los componentes, sin embargo los cálculos son costosos, difíciles de escalar y a temperatura 0 K. Por otro lado, MD sí permite realizar un estudio más escalable y a temperatura ambiente, sin embargo la descripción del sistema depende totalmente del potencial interatómico utilizado. En una etapa posterior podremos utilizar estas herramientas para estudiar el comportamiento de ciertas moléculas contaminantes sobre la superficie de nuestro nanocompuesto.

2 Mecanismos de fractura, de-adhesión y delaminación en geometrías elásticas complejas

Expositor: Enrique Rando Rodríguez

Resumen. En variadas situaciones se requiere que dos superficies que están en contacto permanezcan unidas, las que a su vez están expuestas a diferentes condiciones del entorno, esto con diversas aplicaciones como recubrimientos protectores: antibacterianos, hidrofóbicos, aislantes, anticorrosivos, como también adhesivos de componentes delicados o de características complejas (forma, dimensiones y condiciones de trabajo). Por otro lado, existen ocasiones en que se busca mantener una superficie limpia de impurezas, por lo que es necesario desprender elementos extraños que se incrustan en dicha superficie, este fenómeno se puede observar en la biología en que las arterias corren el riesgo de obstruirse cuando material graso se incrusta en el endotelio (sus paredes internas), que la naturaleza ha resuelto con una superficie dinámica que mediante la presión arterial sistólica y diastólica consigue el cambio de la topografía superficial, que al transformar una

superficie lisa a una con arrugas, logra autolimpiarse. Mediante simulaciones realizadas con el software ABAQUS, se han estudiado problemas de fractura en materiales elásticos, que presentan diferentes comportamientos o que están determinados por distintos criterios, bajo ciertas configuraciones geométricas y propiedades de los materiales. Se ha buscado identificar las condiciones para observar el mecanismo determinado por el balance entre la energía de adhesión y la energía elástica estudiando sistemas que contemplen energía de doblamiento como de estiramiento, y bajo qué configuraciones se encuentran además otros comportamientos de fractura que no puedan predecirse utilizando solamente el criterio del balance energético y que también serán estudiados.

3 Thermal Properties of the Non-Porous Nonlinear-Optical MOF MIRO- 101

Expositor: Gastón Gonzalez

Resumen. Understanding the thermal properties of nonlinear-optical metal–organic frameworks (MOFs) is essential to predict their stability and performance under operating conditions. In this work we investigate the lattice dynamics and lattice thermal conductivity of the non-porous MOF MIRO-101 using a combination of first-principles calculations, anharmonic phonon modeling, and both equilibrium and non-equilibrium molecular dynamics. We analyze the phonon dispersion and frequency-resolved contributions to identify the molecular and structural origins of heat transport. Our results provide a microscopic picture of thermal transport in MIRO-101 and demonstrate how specific structural motifs govern phonon scattering pathways. Because thermal behavior directly affects refractive-index stability, nonlinear response, and optical-damage thresholds, these findings offer practical guidelines for designing thermally robust MOF-based nonlinear-optical materials.

4 Antiferron modes in ferroelectric materials

Expositor: David Gálvez

Resumen. We introduce the concept of antiferron modes in ferroelectric materials as dynamically stabilized collective excitations over inverted polarization states that decrease the system energy. While ferrons represent quantized oscillations around the stable polarization minimum, antiferrons require dynamic stabilization via high-frequency driving. Using a generalized Landau-Ginzburg-Devonshire framework, we derive the effective curvature corrections from external driving, demonstrate the conditions for stabilizing metastable wells, and present the quantized Hamiltonian. Antiferrons could be a promising candidate for developing electrical sensing devices, offering tunable,

dynamically controllable excitations with high sensitivity to external electric fields.

5 Non-Gibbs steady state of strongly interacting light–matter systems

Expositor: Felipe Recabal Rivas

Resumen. The Redfield master equation accurately describes the dissipative dynamics of quantum systems weakly coupled to thermal reservoirs. However, when the system–bath interaction becomes strong, the steady state of the system may deviate significantly from a thermal Gibbs state. In this talk, we explore the emergence of non-Gibbs steady states in strongly interacting light–matter systems. We analyze how strong coupling modifies the stationary properties of the system and discuss the physical implications for open quantum systems, particularly in regimes relevant for cavity and circuit QED.

6 Epidemiological dynamics with clinically-derived infectiousness and incubation time courses

Expositor: Miguel Cajahuanca

Resumen. To better predict the dynamics of epidemics such as COVID-19, it is important not only to investigate the network of local and long-range contagious contacts but also to understand the temporal dynamics of infectiousness and detectable symptoms. Here, we present a model of infection spread in a well-mixed group of individuals, which usually corresponds to a node in large-scale epidemiological networks. The model uses delay equations that take into account the duration of infection and are based on experimentally derived time courses of viral load and shedding, as well as the detectability of symptoms. We show that due to an early onset of infectiousness, which is reported to be synchronous or even precede the onset of detectable symptoms, the tracing and immediate testing of all who came in contact with the detected infected individual reduce the spread of epidemics, hospital load, and fatality rate. We demonstrate how the strictness and promptness of the isolation of infected individuals affect the outcome of epidemics. The effective reproduction number R_{eff} , expressed as a function of model parameters, shows the effectiveness of the isolation as a mitigation mechanism.

7 Revisiting Gravitational Radiation from Superradiant Axion Clouds through the Teukolsky Formalism

Expositor: Israel Obreque

Resumen. Motivated by the work of Yoshino and Kodama on gravitational-wave emission from axion clouds around rotating black holes, we present a reformulation of the problem based directly on the Teukolsky formalism. Instead of relying on hydrogenic approximations or effective decompositions of the stress-energy tensor, we model the scalar cloud as a superradiant quasi-bound state (QBS) of a massive field and incorporate it explicitly as a source in the Teukolsky equation for gravitational perturbations. This approach enables a direct and fully numerical computation of the emitted gravitational power, while preserving the fully relativistic nature of the Kerr background and avoiding weak-field expansions. The resulting framework provides a systematic and flexible platform to investigate gravitational radiation sourced by superradiant clouds, and is naturally suited to explore non-minimal couplings.

8 Thermodynamics of three dimensional hairy black holes

Expositor: Benjamin Ávila

Resumen. El origen microscópico de la entropía de los agujeros negros continúa siendo uno de los problemas fundamentales en gravedad cuántica. En esta charla se estudiará la termodinámica de agujeros negros tridimensionales con “pelo” escalar, analizando cómo la presencia de campos adicionales modifica las propiedades termodinámicas estándar. En particular, se abordará el comportamiento de la entropía, la temperatura y la energía libre, así como las transiciones de fase que pueden emerger en estos sistemas. Estos modelos ofrecen un laboratorio teórico simple pero rico para explorar la relación entre geometría, campos de materia y termodinámica gravitacional.

9 Fenomenología de Gravedad Cuántica en Sistemas Estadísticos

Expositor: Israel Trángolao

Resumen. La Gravedad Cuántica representa uno de los mayores desafíos de la física, dado que sus efectos predominan a escalas de energía muy superiores a las alcanzables en los colisionadores actuales. Sin embargo, recientemente ha surgido un fuerte interés en la búsqueda de huellas fenomenológicas detectables en regímenes de bajas energías.

Este trabajo estudia las consecuencias de introducir una escala de longitud mínima fundamental —predicha por diversas teorías de gravedad cuántica y que modifica la medida invariante del espacio de fases— en la física estadística. Nuestra investigación abarca desde el cálculo de correcciones a las variables termodinámicas en gases ideales de fermiones y bosones, hasta el análisis de la física de transiciones de fase utilizando el Grupo de Renormalización. En particular, determinamos el impacto de esta deformación espacial sobre el desplazamiento de la temperatura crítica y demostramos formalmente la invariancia de los exponentes críticos, proporcionando nuevas perspectivas sobre la interacción entre la estructura microscópica del espacio-tiempo y los fenómenos macroscópicos.

10 Búsqueda de Señales de Gravedad Cuántica a Bajas Energías

Expositor: Lian Roque

Resumen. Integrar la gravedad dentro del contexto de la mecánica cuántica constituye uno de los temas de investigación más importantes de la física teórica moderna. Guiado por los trabajos más recientes en esta dirección, se hace un estudio sobre la posibilidad de comprobar la naturaleza cuántica de la gravedad por medio de experimentos a bajas energías utilizando el entrelazamiento entre dos subsistemas cuánticos macroscópicos. Por su parte, se discuten las implicaciones que tiene el uso del Principio de Incertidumbre Generalizado (GUP), la no conmutatividad del espacio, y las dimensiones extra en el protocolo QGEM.

Cronograma

Horario	Expositor
08:45 – 08:55	<i>Apertura y bienvenida</i>
08:55 – 09:20	Nicolás Plaza
09:20 – 09:45	David Gálvez
09:45 – 10:10	Felipe Recabal
10:10 – 10:35	<i>Coffee break</i>
10:35 – 11:00	Gastón Gonzalez
11:00 – 11:25	Enrique Rando
11:25 – 11:50	Miguel Cajahuanca
11:50 – 12:15	<i>Coffee break</i>
12:15 – 12:40	Israel Obrequé
12:40 – 13:05	Benjamin Avila
13:05 – 13:30	Israel Trangolao
13:30 – 13:55	Lian Roque