

## Mini-Cursos

### Hugo Aurelio Morales Técotl

*Elementos de cuantización polimérica: de modelos mecánicos a campos y gravitación*

En este mini curso introductorio presentaremos dos líneas de aplicación de la integral de trayectoria de Feynman en sistemas cuantizados poliméricamente, es decir por una adaptación de la cuantización por lazos de la gravitación a sistemas con un número finito de grados de libertad. La primera línea concierne la determinación del propagador de sistemas mecánicos simples y un campo escalar en el régimen de altas energías. La segunda se enfoca en la identificación de acciones efectivas en sistemas mecánicos y modelos gravitacionales simétricos que permiten analizar tales sistemas de manera muy cercana a la descripción cuántica completa.

### Tatjana Vukasinac

*Classical field theories in regions with boundary: Canonical approach*

TBA

## Charlas plenarias

### Daniel Sudarsky

*Una posible explicación de la naturaleza y magnitud de la Energía Oscura*

Los caminos existentes para la resolución de los problemas conceptuales de la mecánica cuántica, genéricamente involucran violación de la conservación del tensor de energía momentum en el régimen semiclásico ( en el que aun se puede hablar del espacio-tiempo como tal). De igual manera ideas acerca de la interfaz entre la cuántica y la gravitación, incluyendo el surgimiento del espacio-tiempo mismo, nos han llevado a especulaciones específicas sobre la manera en que los anticipados aspectos discretos asociados con la gravedad cuántica podrían manifestarse de manera macroscópica incluyendo violaciones a la conservación local de energía. Dichas violaciones son simplemente incompatibles con la Relatividad General, pero una descripción modificada de la gravitación, originalmente considerada por Einstein y conocida como la Gravedad Unimodular, puede, bajo ciertas condiciones, incorporar dicho tipo de efectos. En la cosmología se dan dichas condiciones y el resultado es un mecanismo para la generación de la constante cosmológica. Las estimaciones que resultan para su valor son de manera natural, del orden del valor dictado por las observaciones. Esto es altamente no trivial pues las estimaciones usuales dan resultados que son 120 órdenes de magnitud mayores. Si todo esto resultara ser correcto, las observaciones que indican la presencia dominante del componente conocido como Energía Oscura en el universo actual, serían las primeras evidencias concretas de un aspecto discreto en la estructura misma del espacio-tiempo.

## **Diego Giovanni Gonzalez Vallejo**

### *Geometry of the parameter space of a quantum system from a classical approach*

The local geometry of the parameter space of a quantum system is described by the quantum metric tensor and the Berry curvature, which are two fundamental objects in modern physics that have been used to predict the presence of quantum phase transitions, and more recently, to characterize the entanglement in loop quantum gravity. In the framework of classical integrable systems, both objects have a counterpart. The classical analog of the Berry curvature is the Hannay curvature, which brings about an extra (Hannay) angle picked up by the angle variables when the system performs a closed adiabatic loop in the parameter space. The classical analog of the quantum metric tensor was introduced recently and is a metric that measures the distance between two points in phase space with infinitesimally different parameters. In this talk, we will present and illustrate a new approach to compute the classical analogs of the quantum metric tensor and the Berry curvature, which arises from the semiclassical approximation of these quantum objects in the Lagrangian formalism. We will see that the parameter space of a classical integrable system captures all, or at least a good part of, the information that can be extracted from the parameter space of the associated quantum system.

## **Jasel Berra-Montiel**

### *Deformation quantization and quantum geometry*

Deformation quantization, also referred as phase space quantum mechanics, consists of a quantization procedure based on the idea that a quantum system is obtained by deforming the algebraic and geometrical structures of Poisson manifolds. The main goal of this talk is to outline the basic ingredients to apply the deformation quantization program to Loop Quantum Gravity, which corresponds to a background-independent and non-perturbative approach to study the quantum behavior of the gravitational field based on quantum geometry. First, we review the main features and motivations behind the idea of deformation quantization. In this part, we will focus on the definition of the Wigner quasi-probability distribution and the star-product. Then, the polymer representation of quantum mechanics and Loop Quantum Cosmology are analyzed within this approach. Subsequently, the case of a real-valued scalar field theory supported on polymer-like excitations of quantum geometry is discussed. Finally, the Wigner function corresponding to spin-network states of the gravitational field is obtained, and we will show how the gauge symmetries are encoded in non-regular Wigner distributions.

## **Robert Oeckl**

### *Towards measurement in spin foam models*

If there is any hope of connecting the spin foam program to reality, then this is through a notion of measurement, allowing for the prediction of observable quantities. I describe aspects of properly

developing such a notion.

## **Charlas cortas**

### **Ángel Alejandro García Chung**

*Transformaciones canónicas lineales en la mecánica cuántica polimérica*

El grupo de transformaciones canónicas lineales y su representación unitaria ha sido estudiado ampliamente, principalmente por Moshinsky y Quesne. En esta charla discutiremos los aspectos relacionados con las limitaciones para tener una representación unitaria de las transformaciones canónicas lineales en la representación polimérica y mencionaremos sus implicaciones.

### **Daniel Gutiérrez Ruiz**

*Análogo clásico de la métrica de Fubini-Study como medida de entrelazamiento*

Presentamos un enfoque basado en métodos clásicos para obtener la pureza de un sistema cuadrático. El objeto central que aparece en el cálculo es la métrica de Fubini-Study del estado puro original. Esta métrica mide la distancia entre dos configuraciones del sistema en el espacio de parámetros, coordenadas y momentos. Nuestro enfoque clásico consiste en introducir variables de ángulo-acción y calcular promedios en el toro, haciendo contacto con el resultado cuántico a través de la regla de cuantización de Bohr-Sommerfeld. Ilustramos nuestro enfoque tomando diferentes biparticiones del sistema de  $N$  osciladores armónicos acoplados, el cual es fundamental en el estudio de un campo cuántico, y de esta manera, encontramos las purezas para las funciones de onda del estado base usando únicamente promedios clásicos.

### **Irais Rubalcava Garcia**

*Constructing the theory at the boundary, its dynamics and degrees of freedom*

Given a field theory in a region of space-time with boundaries, defined by an action principle, we propose a method to construct the corresponding theory at the boundary. Among other things, we are able to count and identify the degrees of freedom at the boundary without any gauge fixing nor further assumptions a priori. We exemplify this method by analysing the broadly studied 3-dimensional Abelian Chern-Simons theory and its connection with the Quantum Hall Effect. This proposal allows us to clarify many open questions regarding the study of field theories in space-times with boundaries with all generality, stay tuned!.

### **Joaquín Delgado**

*Dinámica efectiva en el interior del interior de Schwarzschild*

En el trabajo [Phys Rev D 95, 064041 (2017)] se obtuvo el hamiltoniano efectivo del interior de Schwarzschild en el marco de la cuantización polimérica. Los autores muestran que el sistema hamiltoniano efectivo conduce una resolución de la singularidad, mostrando que los escalares de Ricci y de Kretschmann son acotados, mediante estimaciones a priori del sistema dinámico efectivo. En este trabajo presentamos una descripción global de la dinámica efectiva.

### **Jorge Luis Romero Guerra**

#### *Análisis Hamiltoniano novedoso para la acción de Holst*

Se realiza el análisis Hamiltoniano de la acción de Holst de una manera simple y directa a partir de una parametrización apropiada de la tétrada y la conexión. El análisis es manifiestamente covariante de Lorentz. Se discute la relación de la presente formulación con formulaciones previas disponibles en la literatura.

### **José Emanuel Rodríguez Fitta**

#### *Construcción de productos estrella en los formalismos de Fedosov*

En la física, la cuantización se entiende como un proceso que consiste en a partir de la descripción clásica de un sistema clásico construir un modelo cuántico. Matemáticamente hablando, la descripción clásica del sistema físico se da a partir de observables que forman una variedad simpléctica o poissoniana, y lo que se desea es, a partir de ella construir un espacio de Hilbert, de tal forma que a los observables clásicos se les asignen valores dentro de este espacio de Hilbert a los que se les conoce como observables cuánticos. Existen diferentes procesos para hacer dicha construcción, uno de ellos es el que se conoce como cuantización por deformación.

### **Marcos Jafred Hernández Mercado**

#### *Sobre el campo escalar en un fondo FLRW efectivo*

La singularidad clásica del modelo cósmico homogéneo e isótropo FLRW es reemplazada en su descripción cuántica por lazos, por un rebote indicando que la dinámica del modelo puede continuarse a través de esta región. Notablemente un modelo efectivo que captura este comportamiento es posible usando un formalismo hamiltoniano definido en el espacio fase clásico cuya dinámica contiene correcciones cuánticas. Esta aproximación nos sugiere considerar materia escalar cuya dinámica refleje los efectos de la cuantización de los grados de libertad gravitacionales. En este trabajo planteamos la posibilidad de estudiar los modos de un campo escalar cuántico en el fondo efectivo FLRW.

### **María Gabriela Sánchez Acosta**

#### *Sobre el interior del agujero negro de Schwarzschild efectivo*

La región interior de un agujero negro de Schwarzschild admite una descripción en términos de una métrica espacialmente homogénea pero anisótropa conocida como de Kantowski-Sachs. Para su descripción cuántica, esto permite adoptar técnicas de la cosmología cuántica por lazos. Resulta conveniente utilizar una aproximación efectiva que contiene correcciones cuánticas pero definida en un contexto clásico usando el formalismo hamiltoniano. De esta manera la singularidad clásica del modelo es sustituida por un rebote en un escenario que conecta el agujero negro con uno blanco. En esta contribución planteamos el estudio de las geodésicas del modelo efectivo.

## **Mario Rivera Ortega**

### *Cuantización polimérica y productos estrella*

Los sistemas más sencillos a describirse usando la cuantización por lazos son los mecánicos. En estos casos, se parte de una representación discreta de los operadores de Weyl y considerando así un espacio de estados no separable conocido como espacio de Hilbert polimérico. En el caso de una partícula en una dimensión este espacio consiste de una suma continua de redes regulares con un parámetro de longitud. Típicamente uno se restringe a un sector superselecto conteniendo una sola red regular. El problema completo continua sin resolverse a la fecha. Nos interesa desarrollar un análisis de la partícula libre no relativista invariante por reparametrizaciones temporales pues es en este sentido similar a los modelos cósmicos relativistas.

## **Ricardo Escobedo Alcaraz**

### *Análisis canónico novedoso de la acción de Palatini $n$ -dimensional*

Se hace el análisis canónico de la acción de Palatini  $n$ -dimensional de una forma más directa y sencilla partiendo de una parametrización adecuada de la  $n$ -éada y conexión. Este análisis es manifestamente covariante de Lorentz. Se discute la relación de la presente formulación con otras distintas.

## **Saeed Rastgoo**

### *Reviving Mandelstam's program for gravity*

I will review our new project aiming at reviving Mandelstam's program for gravity. It is based on a certain type of loop gravity distinct from the one used in loop quantum gravity approach. Historically, Mandelstam successfully applied this method to Yang-Mills theories, but he was not able to complete it for gravity due to the specific nature of this field. Gambini and Trias picked it up again at 1980's but it was not finished then either. Now we are attempting to advance it with new mathematical and physical methods that have been developed since those years. In this program, space-time points are emergent entities, and the formulation is given entirely in terms of Dirac observables forming a set of gauge invariant quantities that completely define the Riemannian

geometry of the spacetime. At the quantum level this formulation will lead to a reduced phase space quantization free of any constraints.

## **Víctor Hugo Flores Soto**

### *OPEN SPIN-NETWORKS: Connecting regions on 3D Riemannian QG*

The general boundary formulation (GBF) gives math tools to join two regions in quantum field theories (QFT's). When we generalize 3D gravity theory to BF theory we have a kind of QFT. If we take a discrete version of BF theory we can build the state spaces of the theory whose orthonormal basis are given by (open in general) spin-networks. This setting is auspicious for applying the boundary formalism. In this talk, we are going to see some tools developed to get join GBF and spin foam formalism, in particular we will define 'open graphs' and their respective associated open spin-networks. After we will define a way in which we can join two open spin-networks to one. Finally we will see how this process help us to define amplitude maps. All this is an application of the axioms of GBF with corners, the merit of the author is the translation of the general axioms to the context of gravity in order to get a quantum theory, by the moment in three dimensions.