

9th ComHEP: Colombian Meeting on High Energy Physics

Monday 2 December 2024 - Friday 6 December 2024

Book of Abstracts

Contents

No-Go Dark Energy from Generalized SU(2) Proca Theories	1
Precise Theoretical Predictions of the Electroweak Observables	1
Dark matter production through gluon fusion mediated by the Higgs boson.	1
Decay of the Higgs Boson into a Z boson - Photon Pair in the Standard Model and Beyond	2
Exploring Lepton-Flavor Violation in Higgs Decays via an Ultralight Gauge Boson . . .	2
Model with Lmu-Ltau symmetry and Majorana Neutrinos	2
Probing low-reheating scenarios with minimal freeze-in dark matter	2
Gamma Ray Bursts peculiares en la era de Swift	3
IMPLEMENTACIÓN DE LOS PAQUETES SARAH Y SPHENO EN MODELOS DE FÍSICA DE PARTÍCULAS	3
Quality Control of Mass-Produced GEM Detectors for the CMS ME0 Muon Upgrade . . .	4
PARAMETRIZACIÓN DEL VÉRTICE Y DEL PROPAGADOR EN RESONANCIAS DE SPIN 3/2 PARA EL ESTUDIO EN LA DISPERSIÓN DE PIONY NUCLEON	4
On the Effects of Interference in BSM Production and Detection of Two Tau leptons at the LHC	5
Análisis de datos en estructuras musicales.	5
Search for $B_{c\pm} \rightarrow \phi K_{\pm}$ in the LHCb experiment	6
ATLAS Open Data - implementations and tools for the next release of datasets	6
Studies on resolved and boosted overlaps in the HH to bbtau processes	7
R22 Lund Jet Plane Tagger	7
Secluded dark matter	7
VSL-Gravity in lighth of PSR B1913+16 Full Data Set: Upper limits on graviton mass and its theoretical consequences	7
Plano de Lund para jets simulados por medio de MadGraph.	8
Estudio de geodesicas en el espacio-tiempo de agujeros negros tipo Sagittarius A*	8

Short Distance Constraints to the Hadronic Light-by-Light contribution to the anomalous magnetic moment of the muon	9
Higgs-like resonant signals in a no-universal 2HDM.	9
Exploring Inelastic Dark Matter Signatures with DUNE	10
Modelamiento de un detector de centelleo para el estudio de muongrafía volcánica usando GEANT4	10
Two Texture Zeros for Dirac Neutrinos	11
Estudio sistemático de la estructura de jets de b y b barra a bajo pt	11
Caracterización de fibras ópticas de un detector de partículas usando IA	11
Análisis del problema del momento magnético anómalo del muón en un modelo U(1) _d adicional al Modelo Estándar.	12
Two loops scattering Amplitudes in the forward limit for gauge theories	13
Quantum tomography and entanglement of top quarks at the LHC with the CMS experiment.	13
MODELOS 331 CON CARGAS ELECTRICAS EXOTICAS PARA $\beta = \sqrt{3}$	13
A new scenario for singlet Dirac dark matter	14
Non Abelian Chern-Simons on the Null Plane	14
Divulgación Científica: una deuda aún pendiente	15
PAST, PRESENT AND FUTURE OF THE NEW SCIENCE CENTER	15
Collider feasibility of the dynamical scotogenic model	15
Tau polarization in Z to ditau decays	16
Effective Models for Scalar Dark Matter with Z_{2n} symmetries	16
Boosted VBF $HH \rightarrow 4b$ HL-LHC projections	17
Thermal and Magnetic Fluctuations in QED: Implications for Symmetry, Particle Mass, and Heavy-Ion Collisions	17
Overview of Neutrino Experiments: New Results and Perspectives (Selected Topics with a Focus on Quest for the Origin of Matter Dominated Universe)	17
Pileup mitigation using topoclusters	18
Direct dark matter detection: leaving no stone unturned	18
TBC	18
TBC	18
Hadron spectroscopy in lattice QCD: basics and some recent developments	18

Novel Application of Power Over Fiber in Neutrino Detectors	19
Soft QCD, diffraction and exclusivity at high-energy collisions	19
Exotics searches status at the CMS Experiment	19
Flavor in Finite Grand Unified Theories.	19
PHYSICS BEYOND THE STANDARD MODEL	19
Análisis de las oscilaciones de sabor de neutrinos en el medio denso de una supernova tipo colapso de núcleo	20
Neutrinos en el universo: determinación de un límite superior para la masa total de los neutrinos a partir de observables cosmológicos	20
Closure	20
Opening	21
QUARK MIXING MODEL WITH S3 MODULAR SYMMETRY AND 3 HIGGS DOUBLETS	21
Estudio de la alta multiplicidad de jets de bajo p_t en la producción del bosón Z' y su posible corrección mediante algoritmos de agrupamiento	21
Determinación de la constante de Hubble mediante el análisis de la diferencia del tiempo de atraso entre las imágenes del sistema lente gravitacional PG 1115+080.	22
Late time cosmological evolution generated by a $f(Q)$ modified gravity model	22
El Laboratorio Andante: "Curiosidad Científica y construcción de paz"	23
Private Signal Generation in the Search for New Physics in the lepton, b-jet and missing energy signature at the CMS experiment	23
Transporte Foelectrónico en Puntos Cuánticos Semiconductores	23
Discrete symmetries and the search for physics beyond the standard model.	24
Formulación de Hamilton-Jacobi para la ecuación de Proca	24
Investigating Resonant Higgs Signatures in the Context of a Two Higgs Doublet Model (2HDM)	25
Estudio de anomalías en decaimientos del meson B considerando LQ U1	25
Multi-component secluded WIMP dark matter and Dirac neutrino masse	26
New physics through polarized observables	26
Soluciones Periódicas al Problema de los Tres Cuerpos	26
Soluciones Periódicas al Problema de los Tres Cuerpos	27
Soluciones Periódicas al Problema de los Tres Cuerpos	27
Study of Sterile Neutrinos in Extensions of the Standard Model of Elementary Particle Physics	27

Generación de masa de los neutrinos en un modelo de nueva física	28
Eguchi-Hanson Spacetime: Gravitational Instantons, Physical Interpretation, and Quantum Gravity Measurements	28
Producción y Emisión de Radiación Térmica en Colisiones de Iones Pesados: Estudio del Plasma de Quarks y Gluones (QGP)	29
Cálculo de la entropía de Bekenstein-Hawking para agujeros negros supersimétricos en teoría de cuerdas.	29
Producción térmica de materia oscura para modelos $U(1)_{\mu\text{-tau}}$	30
Espectros de diferentes potenciales usando la técnica de Bootstrapping	30
Baryogenesis and leptogenesis under minimal extension beyond the standard model. . .	30
Formulación de Hamilton-Jacobi para teorías gauge topológicas	31
Formulación de Hamilton-Jacobi para teorías gauge no abelianas	31
Caracterización de estrellas pulsantes y tipo solar mediante técnicas de Astrosismología	32
Ceros de textura en el sector de quarks del Modelo Estándar	32
Transverse distribution functions and jet fragmentation functions	33
Internal Structure of Hadrons - Understand Strong Interactions and the Standard Model	33
Exploring Peculiar Short GRBs: A Systematic Search within the Third Swift Catalog . . .	34
Unveiling the Enigmatic Nature of Peculiar Long GRBs in Swift's Third Catalog	34
Conference Photo	35
Lunch Hotel Sindamanoy	35

Dark Matter / 1**No-Go Dark Energy from Generalized SU(2) Proca Theories****Authors:** SANTIAGO GARCIA SERNA^{None}; JOHN BAYRON ORJUELA-QUINTANA¹**Co-authors:** Yeinzon Rodríguez García ; Gabriel Gomez ²; Cesar A. Valenzuela-Toledo ³¹ UNIVERSIDAD DEL VALLE² Universidad de Santiago de Chile³ Departamento de Física, Universidad del Valle**Corresponding Author:** santiago.serna@correounivalle.edu.co

The Generalized SU(2) Proca theory, despite its potential in modeling various physical phenomena, fails to accurately describe dark energy. Using the Green's function formalism, approximate solutions demonstrate that dark energy solutions exist independently of the cosmic epoch. However, integrating Proca SU(2) dark energy with matter and radiation introduces singularities during the transition from the matter epoch to the dark energy epoch, undermining the consistency of the model. Consequently, this theory cannot provide a reliable framework for modeling a dark energy-dominated universe.

Theory/Phenomenology / 2**Precise Theoretical Predictions of the Electroweak Observables****Author:** Edilson Alfonso Reyes Rojas¹**Co-authors:** Angelo Raffaele Fazio ; Daniel Melo¹ UDP / UNAL**Corresponding Author:** eareyesro@unal.edu.co

In this talk, we are going to present the latest results obtained by our group regarding the theoretical predictions of electroweak observables, such as the HLBL contribution to the muon anomalous magnetic moment, the Higgs boson mass up to three-loop accuracy, and additional Higgs boson properties in both the Standard Model and its main supersymmetric extensions.

Dark Matter / 3**Dark matter production through gluon fusion mediated by the Higgs boson.****Author:** Omar Rafael Torrijo Gonzalez¹**Co-authors:** Blanca Cañas ¹; Edilson Alfonso Reyes Rojas ¹¹ Universidad de Pamplona**Corresponding Author:** omar.torrijo@unipamplona.edu.co

In this presentation I will speak about the production of Dark matter through gluon fusion in the Standard Model and its minimal supersymmetric extensions. Specifically, We are going to discuss the calculation of the differential cross section at leading order for this process.

Theory/Phenomenology / 4**Decay of the Higgs Boson into a Z boson - Photon Pair in the Standard Model and Beyond****Author:** Cristian Alexis López Alvernia¹**Co-author:** Edilson Alfonso Reyes Rojas¹¹ *Universidad de Pamplona***Corresponding Author:** cal.alvernia@gmail.com

In this talk, I am going to discuss the computations of the decay width of the Higgs boson into a Z boson-photon pair at leading order in the Standard Model and its supersymmetric extensions.

Beyond the Standard Model / 7**Exploring Lepton-Flavor Violation in Higgs Decays via an Ultra-light Gauge Boson****Author:** Marcela Marín¹¹ *UNAM***Corresponding Author:** marcemarino8a@gmail.com

In this work, we explore the potential of lepton-flavor violating (LFV) Higgs decays as a probe for new physics, specifically through the mediation of an ultralight gauge boson, denoted as χ . Our study bridges the gap between a model generating the LFV interaction $\bar{l}_i l_j \chi$ at tree level and an effective field theory framework that preserves the light mass of χ . We utilize stringent constraints from recent CMS and ATLAS data on $H \rightarrow l_i l_j$ decays to infer an upper bound on the exotic decay channel $H \rightarrow l_i l_j \chi$. The talk will delve into various kinematic observables, including the lepton energy spectrum, Dalitz plot distribution, and asymmetries in lepton charge and forward-backward distributions, offering a comprehensive perspective on the implications of our findings.

Phenomenology / 8**Model with Lmu-Ltau symmetry and Majorana Neutrinos****Authors:** DAVID ALEJANDRO SUAREZ ROLDAN^{None}; DIEGO ALEJANDRO RESTREPO QUINTERO^{None}; Eduardo Rojas¹; German Ramos^{None}¹ *Universidad de Nariño*.**Corresponding Author:** david.suarezr@udea.edu.co

We implement a model with a new non-universal Lmu-Ltau gauge symmetry that contains a Dark matter candidate and a scotogenic realization of a Majorana operator for neutrino masses. and we analyze its phenomenological and theoretical constraints.

Dark Matter / 9

Probing low-reheating scenarios with minimal freeze-in dark matter

Author: Oscar Zapata^{None}

Corresponding Author: oalberto.zapata@udea.edu.co

The parameter space of freeze-in dark matter through light dark photon (“minimal freeze-in dark matter”) is currently being probed by direct detection experiments through electron and nuclear recoil. We show the dark matter production in this scenario is sensitive to cosmic equation of state during reheating, from matter-like to kination-like. The main result is that low reheating scenario with reheating temperature

T_{rh}

$\lesssim 1 \text{ TeV}$ is severely constrained by current experiments and can be completely probed up to

T_{rh}

$\lesssim 10 \text{ TeV}$ in future experiments, leaving only two viable dark matter mass ranges 0.03 MeV

$\lesssim m_\chi$

$\lesssim 1 \text{ MeV}$ and m_χ

$\gtrsim 10 \text{ TeV}$.

Astroparticles / 10

Gamma Ray Bursts peculiares en la era de Swift

Author: Nicolás Vásquez^{None}

Co-authors: Esteban Cárdenas¹; Nicolás Noriega¹

¹ *Escuela Politécnica Nacional*

Corresponding Author: vasqpaz@gmail.com

Tradicionalmente, las ráfagas de rayos gamma (GRBs) se asocian con el colapso de estrellas masivas o la colisión de objetos compactos. Sin embargo, nuestra búsqueda sistemática en el plano Epeak-Eiso recalibrado revela GRBs que desafían la clasificación convencional. Recientemente, aparentes GRBs largos han mostrado asociaciones con fusiones de estrellas compactas y exhiben emisión extendida, lo que lleva a confusión durante su clasificación. A través de meticulosos análisis temporales y espectrales, hemos profundizado en las características de estos eventos, proporcionando información sobre sus elusivos progenitores. Nuestra investigación incluye un examen exhaustivo de los estimadores temporales, incluyendo el tiempo de emisión, el retardo espectral y la energía isotrópica, derivados de las observaciones de Swift. Las fases posteriores de nuestra investigación explorarán las propiedades de las galaxias anfitrionas y los medios circundantes para proporcionar una comprensión completa de estos fenómenos desconcertantes. Al desafiar los paradigmas establecidos, nuestro estudio contribuye significativamente a la evolución en curso de la clasificación de los GRB y mejora nuestra comprensión de las explosiones más potentes del Universo.

Theory/Phenomenology / 11

IMPLEMENTACIÓN DE LOS PAQUETES SARAH Y SPHENO EN MODELOS DE FÍSICA DE PARTÍCULAS

Author: Amelia Ruales¹

¹ *universidad de nariño*

Corresponding Author: mariaruales99@gmail.com

Nuestro trabajo se centra en la investigación y análisis de nuevos modelos teóricos en física de partículas, utilizando los paquetes de software SARAH y SPheno como herramientas principales. SARAH, implementado en Mathematica, es reconocido por su capacidad para la construcción y análisis de modelos como el Modelo Estándar, sus extensiones y en general, modelos de nueva física. SPheno permite la realización de cálculos numéricos precisos en modelos de física de partículas con un alto grado de exactitud. Nuestra investigación se centró en analizar el Modelo Estándar, de leptosquarks y el Modelo Escotogénico mediante su implementación con los paquetes computacionales mencionados anteriormente. Como dato inicial, llevamos a cabo cálculos para generar resultados en la evaluación de los modelos, específicamente el cálculo de masas, vértices y la creación de diagramas de Feynman, para su posterior ejecución con Spheno.

LHC and Neutrino experiments / 12

Quality Control of Mass-Produced GEM Detectors for the CMS ME0 Muon Upgrade

Author: Anderson Alexis Ruales Barbosa¹

¹ *Universidad de Antioquia (CO)*

Corresponding Author: arualesb.1@cern.ch

The series of Large Hadron Collider upgrades, culminating in the High-Luminosity Large Hadron Collider, will significantly expand the physics program of the Compact Muon Solenoid (CMS) experiment. However, these upgrades will also create more challenging experimental conditions, affecting detector operations, triggering, and data analysis [1]. During Run 3, the LHC is designed to achieve an integrated luminosity of approximately $150-300 fb^{-1}$ per experiment. In terms of instantaneous luminosity, the LHC is expected to operate with a luminosity of up to $2 * 10^{34} cm^{-2} s^{-1}$, and will be at least $5 - 7.5 * 10^{34} cm^{-2} s^{-1}$ when the High Luminosity Large Hadron Collider is completed for Run 4. These conditions will affect muon triggering, identification, and measurement, which are critical capabilities of the experiment.

To address these challenges, additional muon detectors are being installed on the CMS endcaps, based on gaseous electron multiplier technology. In 2019, 161 were installed with the GE1/1 station. We are now working on the ME0 upgrade, which will be installed in 2026. The assembly and quality control of ME0 detectors is distributed to several production centers around the world (CERN, PKU and Frascati). The quality control procedures to standardize the performance of the detectors and the status of ME0 production is presented. The quality controls: Component acceptance, Foil leakage current, Module gas leakage, high voltage (HV), gas gain and uniformity, HV stability, electronics test/validation and Chamber cosmic-stand ensure that the project achieves a high success rate.

[1] Abbas, M., et al. (2022). Quality control of mass-produced GEM detectors for the CMS GE1/1 muon upgrade. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 1034, 166716. <https://doi.org/10.1016/j.nima.2022.166716>

Theory/Phenomenology / 13

PARAMETRIZACIÓN DEL VÉRTICE Y DEL PROPAGADOR EN RESONANCIAS DE SPIN 3/2 PARA EL ESTUDIO EN LA DISPERSIÓN DE PIONY NUCLEON

Author: David Andres Pedroza Vasquez¹

¹ *Universidad de Antioquia*

Corresponding Author: david.pedroza@udea.edu.co

The exact formulation of quantum field theories for fundamental particles with spin $\frac{3}{2}$ represents a significant challenge in theoretical physics due to the inherent complexities in describing these systems. In particular, elastic pion-nucleon scattering involves intermediate states with spin $\frac{3}{2}$, corresponding to the $\Delta(1232)$ resonance, which underscores the importance of studying these fields. In this work, we perform a systematic analysis of the description of Rarita-Schwinger fields and the different parameterizations of their propagator within an effective Lagrangian model. This model is consistently constructed to preserve the relevant symmetries, allowing for the generation of the necessary amplitudes to describe the pion-nucleon scattering process. This approach enables the accurate calculation of physical observables, such as the cross-section, which are crucial for understanding the dynamic properties of the involved hadronic resonances.

The analysis is conducted within the framework of Quantum Chromodynamics (QCD), given the relevance of pion-nucleon scattering in understanding strong interactions and the characteristics of the resulting hadrons. Special attention is given to the parameterization of the interaction vertex and the propagator of resonances with spin $\frac{3}{2}$, which are crucial aspects for ensuring the consistency and predictive capability of the model. The obtained results are compared with available experimental data, evaluating different parameterizations to identify the one that best reproduces the empirical results. This provides a robust theoretical foundation for future studies of similar hadronic processes.

LHC and Neutrino experiments / 14

On the Effects of Interference in BSM Production and Detection of Two Tau leptons at the LHC

Authors: Cristian Rodriguez¹; Carlos Andres Florez Bustos²; Jose Antonio Reyes Vega²; Joel Jones-Perez^{None}

¹ *Universidad de los Andes*

² *Universidad de los Andes (CO)*

Corresponding Author: c.rodriguez45@uniandes.edu.co

The study of third-generation fermion channels at the LHC has gained increasing importance, particularly in light of potential excesses observed in the data. This work is a phenomenological study aimed at establishing and distinguishing the effects of different types of BSM particles that can produce an posible excesses in channels with two taus in the final state. These include resonant production, where neutral bosons such as the Z boson, heavy scalars, or pseudoscalars decay into two taus via an s-channel, and non-resonant production, such as the exchange of a scalar or vector leptoquark in a t-channel.

The distinction between these production channels is achieved by analyzing tau polarization and calculating the interference effects among these channels using the MadGraph, Pythia, and Delphes frameworks. This analysis helps identify the best kinematic observables and assess their impact on the statistical significance of the observation.

Outreach / 16

Análisis de datos en estructuras musicales.

Authors: Carlos Ignacio Toro¹; Catalina Alzate Henao¹; EMMANUEL BOTERO OSORIO¹; Jose David Ruiz Álvarez¹

¹ *Universidad de Antioquia*

Corresponding Authors: catalina.alzate2@udea.edu.co, emmanuel.botero@udea.edu.co

Investigación centrada en el análisis musical y aplicaciones computacionales, enfocada en la sistematización de estructuras musicales, específicamente de los acordes 6-4. El trabajo aborda la identificación y clasificación de estos acordes mediante el uso de herramientas de programación y análisis de datos. En las primeras etapas del proyecto, se presentaron algunas limitaciones técnicas con softwares ya preestablecidos para análisis musical, tales como Jsymbolic, lo que llevó a la decisión de desarrollar código adoptando la librería music21 en Python, permitiendo un manejo más efectivo de archivos XML y evitando problemas de enarmónicos. Se desarrolló, entonces, un algoritmo que facilita la identificación y clasificación de los acordes 6-4 en diversas partituras, generando resultados estadísticos que contribuyen a una mejor comprensión de su uso y correcta interpretación. Este enfoque no solo busca clarificar la teoría musical relacionada con los acordes 6-4, sino que también establece una base para futuras investigaciones en la intersección de la música y la computación, promoviendo un análisis más riguroso y sistemático de las estructuras musicales.

LHC and Neutrino experiments / 18

Search for $B_{c\pm} \rightarrow \phi K_{\pm}$ in the LHCb experiment

Author: Jonnatan Pereira¹

¹ *Universidad Nacional de Colombia (CO)*

Corresponding Author: jonnatan.pereira.betencur@cern.ch

There is no annihilation decay experimentally observed for the B_c meson to date. The $B_{c\pm} \rightarrow \phi K_{\pm}$ decay can proceed via annihilation of anti- b and c quarks into a W intermediate boson or, alternatively, involving final-state rescattering effects. Observation of the $B_{c\pm} \rightarrow \phi K_{\pm}$ decay will provide a new insight on the B_c meson properties and lead to a new independent determination of the V_{cb} element of the CKM matrix, as well as determine the size of annihilation diagrams. The analysis is performed using data from the LHCb experiment, collected in pp collisions at 13 TeV center-of-mass energy. The ϕ meson is reconstructed via its decay to two charged kaons. The $B_{\pm} \rightarrow \phi K_{\pm}$ decay is used for control and normalization.

Outreach / 19

ATLAS Open Data - implementations and tools for the next release of datasets

Author: Miguel Angel Garcia Ruiz¹

¹ *Universidad Nacional de Colombia (CO)*

Corresponding Author: miguel.angel.garcia.ruiz@cern.ch

The ATLAS Open Data provides a wide amount of tools so students, professors and different institutes along the world can use them to be trained in the field of experimental particle physics. Along these last years, this collaboration has released a set of different analyses yielding SM and BSM scenarios by using data and mc samples collected during the run 1 and 2 at CERN (with an energy of center of mass equivalent to 8 TeV and 13 TeV). Currently, the collaboration is making a big effort to prepare the next release of data for a luminosity of 36 fb^{-1} , which will include some improvements compared to the previous releases (analyses, frameworks, programming tools, webpage, virtual machines, documentation, etc), to the scientific community for research and educational purposes and the idea of this talk is to have the chance to show some of these implementations to young and senior researches in the meeting that will take place in the COMHEP.

LHC and Neutrino experiments / 20**Studies on resolved and boosted overlaps in the HH to bbtatau processes**

Author: Miguel Angel Garcia Ruiz¹

¹ *Universidad Nacional de Colombia (CO)*

Corresponding Author: miguel.angel.garcia.ruiz@cern.ch

This work is based on the study of the production of Higgs pairs decaying into bbtatau for high pT (boosted regime). Boosted HH produces highly collimated jets, which sometimes is an inconvenient since conventional methods to reconstruct jets might not be good enough to identify the content of these jets at all. Thus, we focus on the study of the substructure of jets and kinematic variables at first level (pT and mass of the main objects) to identify which reconstructed jets might contain boosted bb or tautau pairs and categorize them into different regions of study (RR, RB, BR and BB where R and B refers to resolved and boosted jets for bb and tautau possible combinations). This methodological approach provides a way to study the overlap region between the resolved analysis (already available for the easyjet framework in the ATLAS community) and the boosted analysis (the framework we developed during this work), which hopefully would lead to understand this overlap and find a baseline to separate the resolved and boosted events.

LHC and Neutrino experiments / 21**R22 Lund Jet Plane Tagger**

Authors: Jean Pierre Cifuentes Salazar¹; Rafael Andrei Vinasco Soler^{None}; Reina Camacho Toro^{None}

¹ *Estudiante de pregrado (UNAL)*

Corresponding Author: bcifuentes@unal.edu.co

The presentation consists of the work done in the Atlas experiment related to the migration to release 22 of a tagger based on the Lund Jet Plane that allows to understand the jet evolution and to discriminate the process from which they come, taking into account the different regions of the plane. The objective is to compare the performance of this tagger for boosted W, Z (and eventually H) bosons and top quarks with other taggers.

Dark Matter / 22**Secluded dark matter**

Author: DIEGO ALEJANDRO RESTREPO QUINTERO^{None}

Corresponding Author: restrepo@udea.edu.co

Relaxing the constraints on kinetic mixing is possible if the dark photon can couple directly to Dirac neutrinos

Astroparticles / 23

VSL-Gravity in lighth of PSR B1913+16 Full Data Set: Upper limits on graviton mass and its theoretical consequences

Author: Alexander Bonilla Rivera¹

¹ *Observatorio Nacional RJ-Brasil*

Corresponding Author: alex.acidjazz@gmail.com

Very Special Linear Gravity (VSLG) is an alternative model for linearized gravity, featuring massive gravitons while still retaining two physical degrees of freedom. Recently, its gravitational period decay dynamics has been calculated through effective field theory techniques. In this work, we aim to test this new model by a complete Bayesian analysis over the dataset of the PSR B1913+16 binary. We found a 95% CL upper bound for the graviton mass m_g around $10^{-19} eV$ while also obtaining a relevant discrepancy for the predicted value of the mass of one of the two companion stars. Finally, we discuss some potential repercussions for a non-zero graviton mass at the cosmological level.

LHC and Neutrino experiments / 24

Plano de Lund para jets simulados por medio de MadGraph.

Author: Luis Felipe De La Ossa Mayorga¹

¹ *Universidad Nacional de Colombia*

Corresponding Author: lufdema@unal.edu.co

La charla tiene como objetivo mostrar el estudio de la estructura de los jets de partículas generados en el LHC para distintas interacciones.

Este estudio se realiza por medio del plano de Lund que es un método gráfico creado a partir de algoritmos de clustering de las señales detectadas luego de la colisión de protones en el acelerador. Posteriormente se realiza el declustering sobre los jets primarios para construir el plano.

El input para la creación de estos planos de Lund es un dataset público llamado el JetClass que contiene datos simulados de alrededor de 100M de jets provenientes de diferentes procesos de interacción. La información de estos dataset fue verificada por medio de simulaciones propias de eventos usando Madgraph (Generador de eventos de Monte Carlo que vincula Delphes y Pythia).

Astroparticles / 25

Estudio de geodesicas en el espacio-tiempo de agujeros negros tipo Sagittarius A*

Author: Fabian Andres Portilla Rosero¹

¹ *Universidad del Cauca*

Corresponding Author: fabianportilla@unicauca.edu.co

Durante el trabajo de investigación titulado Estudio de geodesicas en el espacio-tiempo de agujeros negros tipo Sagittarius A*, se determinó las trayectorias de movimiento denominadas geodésicas, que se generan al considerar un sistema compuesto por dos agujeros negros supermasivos (SMB); para este fin, se empleó la solución de Roy Kerr de las ecuaciones de campo de Einstein, y se descompuso como una superposición lineal del tensor métrico de Schwarzschild y un tensor de perturbación; a la superposición de estos dos tensores se denominó métrica

general del sistema, al ser un modelo de perturbacion en lugar de una solucion exacta de las ecuaciones de campo de Einstein, se determinan intervalos del espacio-tiempo para los cuales la metrica general del sistema es una solucion que describe correctamente la topologia del espacio-tiempo; con base en la métrica general del sistema se parametriza la ecuacion diferencial que caracteriza las curvas geodesicas, y se determina una cantidad conservada por la variación de la métrica a lo largo de la base de coordenadas, con estos dos conceptos se determina un sistema de ecuaciones diferenciales cuya solución es obtenida empleando un modelo lineal para la solución.

La solución obtenida describe la órbita de una estrella supermasiva B0-2 V, conocida como S2; la trayectoria $r(\phi)$ está compuesta por la superposición de 3 órdenes de aproximación, $r(0)(\phi)$ es una función que describe una órbita elíptica que converge a la solución obtenida por las ecuaciones de Newton, a partir de dicha solución se puede parametrizar el momentum angular de cualquier partícula que se mueva alrededor de los agujeros negros en términos del semi eje mayor y la excentricidad de la elipse; a continuación, se obtiene el primer orden de aproximación $r(1)(\phi)$, que es una solución que describe la precesión de las órbitas elípticas, en este caso, se determina una precesión de 75 arcsec/year; finalmente, $r(2)(\phi)$ permite determinar la energía por unidad de masa promedio por órbita que tendría la estrella S2, y cuyo valor oscila alrededor de $-2.9 \cdot 10^{13} \text{m}^2/\text{s}^2$.

Phenomenology / 26

Short Distance Constraints to the Hadronic Light-by-Light contribution to the anomalous magnetic moment of the muon

Authors: Daniel Melo^{None}; Edilson Alfonso Reyes Rojas¹; Angelo Raffaele Fazio²

¹ *Universidad de Pamplona*

² *Universidad Nacional de Colombia*

Corresponding Author: dg.melo2000@gmail.com

We studied the Hadronic Light-by-Light (HLbL) contribution to the muon anomalous magnetic moment. Upcoming measurements will reduce the experimental uncertainty of this observable by a factor of four, therefore the theoretical precision must improve accordingly to fully harness such experimental breakthrough. With regards to the HLbL contribution, this implies a study of the high-energy intermediate states that are neglected in dispersive estimates. We focus on the maximally symmetric high-energy regime and in quark loop approximation of perturbation theory, following the method of the OPE with background fields proposed by Bijnens et al. in 2019 and 2020, we confirm their results regarding the contributions to the muon $g - 2$. For this we use an alternative computational method based on a reduction of the full quark loop amplitude, instead of projecting on a supposedly complete system of tensor structures motivated by first principles. Concerning scalar coefficients, mass corrections have been obtained by hypergeometric representations of Mellin-Barnes integrals. By our technique the completeness of such kinematic-singularity/zero-free tensor decomposition of the HLbL amplitude is explicitly checked.

Beyond the Standard Model / 27

Higgs-like resonant signals in a no-universal 2HDM.

Authors: Eduardo Rojas¹; Oscar Rodriguez²; Richard Benavides³; William Ponce²; Yithsbey Giraldo Usuga⁴

¹ *Universidad de Nariño.*

² *Udea*

³ *ITM*

⁴ *Universidad de Nariño*

Corresponding Author: eduro4000@gmail.com

We study the possibility of obtaining the Standard Model (SM) of particle physics as an effective theory of a more fundamental

one, whose electroweak sector includes two non-universal local $U(1)$ gauge groups, with the chiral anomaly cancellation taking place through an interplay among families. As a result of the spontaneous symmetry breaking, a massive gauge boson Z' arises, which couples differently to the third family of fermions (by assumption, we restrict ourselves to the scenario in which the Z' couples in the same way to the first two families). Two Higgs doublets and one scalar singlet are necessary to generate the SM fermion masses and break the gauge symmetries.

We show that in our model, the flavor-changing neutral currents (FCNC) of the Higgs sector are identically zero if each right-handed SM fermion is only coupled with a single Higgs doublet. This result represents a FCNC cancellation mechanism different from the usual procedure in Two-Higgs Doublet Models (2HDM).

The non-universal nature of our solutions requires the presence of three right-handed neutrino fields, one for each family. Our model generates all elements of the Dirac mass matrix for quarks and leptons, which is quite non-trivial for non-universal models. Thus, we can fit all the masses and mixing angles with two scalar doublets. Finally, we show the distribution of solutions for the scalar boson masses in our model by scanning well-motivated intervals for the model parameters. We consider two possibilities for the scalar potential and compare these results with the Higgs-like resonant signals recently reported by the ATLAS and CMS experiments at the LHC.

Finally, we also report collider, electroweak, and flavor constraints on the model parameters.

LHC and Neutrino experiments / 28

Exploring Inelastic Dark Matter Signatures with DUNE

Authors: Amalia Betancur Rodríguez¹; Gustavo Adolfo Castrillon Yepes²; Oscar Zapata^{None}

¹ *University EIA*

² *University of Antioquia*

Corresponding Author: gadolfo.castrillon@udea.edu.co

Inelastic dark matter is a topic of great interest due to its rich phenomenology, which allows for the exploration of particles in the sub-GeV scale. Our study focuses on an inelastic model involving two Majorana fermions, χ_1 and χ_2 , mediated by a dark photon and a dark Higgs boson, the latter being responsible for the generation of mass in the dark sector. Given the scale, we concentrated on the Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE), taking into account both the On-Axis and Off-Axis detectors. Specifically, we identified an interesting region within the model, compatible with DUNE's constraints, by considering a small mass split between the fermions.

Astroparticles / 29

Modelamiento de un detector de centelleo para el estudio de muonografía volcánica usando GEANT4

Author: Alex Riascos^{None}

Corresponding Author: alexriascos159@gmail.com

La motivación para realizar esta investigación surge de la importancia de implementar muonografía volcánica en Nariño, Colombia. Una región ubicada en la cordillera de los Andes que alberga varios volcanes, entre ellos el Volcán Galeras, conocido por su actividad constante y cercanía a la ciudad de Pasto. Este trabajo se fundamenta en la necesidad de optimizar un sistema de detección de muones. Estas partículas, al ser capaces de atravesar grandes cantidades de roca, ofrecen la posibilidad de

obtener información valiosa sobre la estructura interna de los volcanes. A través de la optimización en el diseño del detector, se busca establecer las bases que contribuyan al estudio de muongrafía volcánica, representando un avance significativo en la comprensión de las dinámicas volcánicas y la mitigación de riesgos asociados a desastres naturales.

En esta investigación, se desarrolló a través de simulaciones en GEANT4 y la extensión GODDeSS, un modelamiento detallado de un detector de centelleo utilizando características comúnmente empleadas en detectores de muongrafía. Con el objetivo de encontrar una configuración óptima que maximice la colección de luz, a partir de los componentes del detector y su respuesta a las interacciones con muones. Se comparó el rendimiento de luz en dos configuraciones distintas: la primera que emplea una barra centelladora con recubrimiento óptico, y la segunda que integra una fibra óptica WLS dentro de la barra centelladora. Esta metodología de realizar simulaciones no solo proporciona un entendimiento profundo de la física involucrada, sino que también permite realizar ajustes y mejoras en el diseño del detector.

Los resultados de este estudio mostraron que al integrar fibra dentro de la barra centelladora se logra una mayor eficiencia en la longitud de atenuación y un aumento en la colección de luz de aproximadamente 3 veces más, lo que justifica la integración de este componente en el diseño del detector.

Phenomenology / 30

Two Texture Zeros for Dirac Neutrinos

Author: Richard Benavides^{None}

Corresponding Author: ribebenavides@gmail.com

A systematic study of the neutrino mass matrix M_ν with two texture zeros under the assumption that neutrinos are Dirac particles, is carried through in detail. Our study is done without any approximation, first analytically and then numerically. Current neutrino oscillation data are used in our analysis. Phenomenological implications are studied.

LHC and Neutrino experiments / 31

Estudio sistemático de la estructura de jets de b y b barra a bajo p_t

Authors: Jose Ruiz¹; Juan Montoya²; TOMAS SOSA GIRALDO^{None}

¹ *Universidad de Antioquia (CO)*

² *Universidad de Antioquia's student*

Corresponding Authors: juan.montoya110@udea.edu.co, tomas.sosa@udea.edu.co

Estudio de los jets a bajo p_t pertenecientes al proceso $p p \rightarrow b \bar{b}$ excluyendo a h y z como mediadores, haciendo uso de MadGraph y ROOT.

LHC and Neutrino experiments / 32

Caracterización de fibras ópticas de un detector de partículas usando IA

Author: Jorge Eduardo Ossa Sánchez¹

¹ *Universidad de Medellín, Estudiante Doctorado en Modelación y Computación Científica*

Corresponding Author: osgeorge@utp.edu.co

Para transmitir señales ópticas con alto porcentaje de eficiencia se requiere que la fibra óptica tenga un mínimo de defectos en su estructura.

A través de este análisis se pretende exponer un proceso basado en inteligencia artificial que recibe como argumento una imagen del corte transversal de una fibra óptica y la clasifica como apta o no para transmitir la señal de acuerdo a la exigencia de la aplicación.

Phenomenology / 33

Análisis del problema del momento magnético anómalo del muón en un modelo $U(1)_d$ adicional al Modelo Estándar.

Author: JESUS ANDRES GONZALEZ MENESES¹

¹ *Universidad del Atlántico*

Corresponding Author: jesusandresgonzalez@mail.uniatlantico.edu.co

En este trabajo, se presenta un análisis detallado al problema del momento magnético anómalo del muón en el contexto de un modelo teórico extendido que incorpora un grupo de simetría $U(1)_d$ adicional al Modelo Estándar de la física de partículas.

El momento magnético es un parámetro fundamental netamente cuántico que mide que tan sensible es el espín de una partícula a un campo electromagnético externo. Ahora, la relación entre el momento magnético y el espín viene dada por un factor de proporcionalidad llamado factor giro-magnético (g). Tratando “clásicamente” (es decir, se considera el proceso a orden árbol) la ecuación de Dirac, se llega a que el valor de g debe ser igual a 2. Sin embargo, al introducir el formalismo de la teoría cuántica de campos, se deben considerar todos los posibles procesos que respeten los estados iniciales y finales. Por ende, aparecerán nuevas contribuciones a este valor (por eso el nombre de “anómalo”). Además, estas nuevas contribuciones serán sensibles a las partículas que existen en la naturaleza (incluyendo también partículas desconocidas).

En los últimos años se ha observado la existencia de discrepancias sutiles de los valores experimentales de este observable (Colaboración *Muon g-2*) con las predicciones teóricas (*White Paper*), lo cual podría ser un indicio de física más allá del Modelo Estándar. Adicionalmente a esto, colaboraciones que emplean el uso de métodos computacionales tales como el *Lattice QCD* (Colaboración BMW) o mediciones experimentales en procesos de dispersión (Colaboración CMD3) han llegado a resultados que entran en conflicto con la misma predicción del Modelo Estándar (*White Paper*), creando una ambigüedad teórica.

El Modelo $U(1)_d$ es un extensión simple del Modelo Estándar mediante la adición de un nuevo campo de gauge asociado a una nueva simetría gauge. Este grupo de simetría cuenta únicamente con un solo generador, por lo que será similar al grupo de simetría $U(1)_Y$ del Modelo Estándar. Además, se supone un escenario para un fotón oscuro masivo en el cual los quarks y leptones conocidos no poseen carga de $U(1)_d$. Es decir, no existe una interacción directa entre los fermiones del Modelo Estándar y este fotón oscuro.

En ese orden de ideas, este trabajo se centró en las implicaciones que tiene el considerar un modelo $U(1)_d$ extendido en el contexto del momento magnético anómalo del muón. Es decir, se hizo el cálculo detallado de la contribución asociada al nuevo campo procedente de la adición del nuevo grupo de simetría $U(1)_d$ teniendo en cuenta todas las predicciones teóricas del Modelo Estándar (*White Paper*, CMD3 y BMW) y se compararon estos resultados con la predicción experimental de la colaboración *Muon g-2*. Donde, de esta comparación, se podrá obtener un análisis del qué tan

restringidos están los parámetros del nuevo modelo (o qué tan viable es) para la debida concordancia entre las predicciones teóricas y la medición experimental.

Se espera que los resultados de esta investigación proporcionen una comprensión más profunda de las posibles extensiones del Modelo Estándar y sus implicaciones en la física de partículas, contribuyendo así al avance del conocimiento en este campo.

Palabras clave: momento magnético anómalo, muón, Modelo Estándar, grupo de simetría, Muon $g-2$.

Beyond the Standard Model / 34

Two loops scattering Amplitudes in the forward limit for gauge theories

Author: Juan Camilo Guzman Martinez¹

¹ *Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá*

Corresponding Author: juacguzmanmar@unal.edu.co

Using the CHY formalism to calculate scattering amplitudes, we compute the two loop amplitudes for Biadjoint scalar, pure Yang-Mills, pure Super Yang-Mills, pure Gravity and Supergravity in the context of forward limit analyzing the behavior of the singularities and the connection with asymptotic symmetries.

LHC and Neutrino experiments / 35

Quantum tomography and entanglement of top quarks at the LHC with the CMS experiment.

Authors: Andreas Werner Jung¹; Andrew Wildridge¹; Giulia Negro¹; Juan Duarte¹; Lingqiang He¹

¹ *Purdue University (US)*

Corresponding Author: juan.manuel.duarte.quiros@cern.ch

Quantum entanglement is one of the most famous and strange phenomena observed in quantum systems. Going against classical intuition, entanglement and other correlation have been studied widely by researchers mainly in low-energy systems (eV - MeV). The Large Hadron Collider (LHC) provides a unique environment to test these quantum properties at the highest energy scales ever. This can be done through the top quark-antiquark ($t\bar{t}$) system produced at the LHC, since thanks to the top's large decay width, its spin information gets transferred to the angular distributions of its decay products. In this work, we present some general aspects of quantum tomography in the $t\bar{t}$ system (Phys. Rev. D 100, 072002) and recent results probing quantum entanglement between the top quarks (arXiv:2406.03976) using data recorded by the Compact Muon Solenoid (CMS) detector during the LHC Run II.

Beyond the Standard Model / 36

MODELOS 331 CON CARGAS ELECTRICAS EXOTICAS PARA $\beta = \sqrt{3}$

Authors: EDUARD SUAREZ¹; Eduardo Rojas²

¹ *U de Nariño*

² *Universidad de Nariño.*

Corresponding Author: esuareza@unal.edu.co

Los modelos 331 resultan de gran interés desde el punto de vista teórico y experimental, ya que permiten explicar entre otras cosas la razón por la cual deben existir tres familias de fermiones en la naturaleza y por otra parte tienen parámetros experimentales que pueden acotarse en los aceleradores de partículas como el LHC. En general estos modelos son no universales y por lo tanto tienen corrientes neutras con cambios de sabor (flavor changing neutral currents -FCNC) para los fermiones del modelo, a diferencia de los modelos universales. Esta característica los vuelve relevantes para el estudio de la fenomenología de la física del sabor. En particular estamos interesados en la clasificación de todos los modelos 331 para el parámetro $\beta = \sqrt{3}$ y en las restricciones experimentales sobre estos. Encontramos varias soluciones donde ocurre cancelación de anomalías entre fermiones de diferentes familias, las cuales resultan de gran interés ya que generan bosones vectoriales neutros pesados no universales. La no universalidad en las cargas de los fermiones del ME bajo un grupo de simetría gauge adicional, generan violación de la carga de sabor leptónica (CLFV) y corrientes neutras con cambios de sabor (FCNC). Por último discutimos bajo qué condiciones los nuevos modelos pueden evadir las restricciones provenientes de estos procesos. Además, también reportamos las cotas para el LHC.

Dark Matter / 38

A new scenario for singlet Dirac dark matter

Author: Carlos E. Yaguna^{None}

Corresponding Author: cyaguna@gmail.com

We propose a new and compact realization of singlet Dirac dark matter within the WIMP framework. Our model replaces the standard Z_2 stabilizing symmetry with a Z_6 , and uses spontaneous symmetry breaking to generate the dark matter mass, resulting in a much simplified scenario for Dirac dark matter. Concretely, we extend the Standard Model (SM) with just two new particles, a Dirac fermion (the dark matter) and a real scalar, both charged under the Z_6 symmetry. After acquiring a vacuum expectation value, the scalar gives mass to the dark matter and mixes with the Higgs boson, providing the link between the dark sector and the SM particles. With only four free parameters, this new model is extremely simple and predictive. We study the dark matter density as a function of the model's free parameters and use a likelihood approach to determine its viable parameter space. Our results demonstrate that the dark matter mass can be as large as 6 TeV while remaining consistent with all known theoretical and experimental bounds. In addition, a large fraction of viable models turns out to lie within the sensitivity of future direct detection experiments, furnishing a promising way to test this appealing scenario.

Phenomenology / 39

Non Abelian Chern-Simons on the Null Plane

Author: German Ramos^{None}

Corresponding Author: gramoszge@gmail.com

We present a canonical quantization for Non abelian Chern-Simons on the Null Plane coordinates using the Dirac procedure and the Faddeev-Jackiw formalism. The constraint structure when using null-plane coordinates is considered and the gauge conditions are determined.

Outreach / 40**Divulgación Científica: una deuda aún pendiente****Author:** Tomas Sosa Giraldo¹¹ *Universidad de Antioquia***Corresponding Author:** tomassosa.23@gmail.com

Esta charla se ve inspirada por la que ya hizo el año pasado el profesor Jose David Ruiz, acerca de Arte y Ciencia; y en la misma quisiera abordar el tema de la divulgación científica, su importancia y el rol que los profesores, investigadores y estudiantes jugamos en ella, por qué es importante y qué proyectos de divulgación existen a nivel nacional tanto en Física de Partículas, como en Física en general. A su vez, me gustaría comentar mi experiencia en mi grupo de divulgación, El Divulgatorio, el cual precisamente este mes va a llevar a cabo toda una programación acerca de Física de Partículas en conmemoración de los 70 años del CERN, esto último en compañía del profesor Jose David Ruiz.

Outreach / 41**PAST, PRESENT AND FUTURE OF THE NEW SCIENCE CENTER****Authors:** Alberto Quijano Vodniza¹; Karla Reyes¹¹ *Universidad de Nariño***Corresponding Author:** aquijanov@gmail.com

First, we present a summary of the current state of our Observatory. Secondly, I talk about the future of our Astronomical and Space Sciences Center, looking forward to establishing international links through agreements with important Astronomical Observatories of the World. Through our dedicated work we have managed to participate in several international projects and also in scientific meetings in different places over the world. We have got the International Code “H78” from the “MINOR PLANET CENTER” of the USA, and our data also appears in “NEAR EARTH OBJECTS-DYNAMIC SITE-NEODYs”. We belong to the “INTERNATIONAL ASTEROID WARNING NETWORK –IAWN”. We have also participated in simulated collisions of Asteroids with Earth, and in the international study of the Asteroid APOPHIS. We are currently building the new Center for Astronomical and Space Sciences (project which was approved and financed by the government of Colombia) that will have the following components: a professional Observatory equipped with the largest telescope in Colombia (one meter in diameter), an amateur Observatory so that children and adolescents in the region begin to work from an early age in the fascinating field of scientific research, and a Planetarium. This Science Center will begin operating in October 2025.

Dark Matter / 42**Collider feasibility of the dynamical scotogenic model****Authors:** Carlos Andres Florez Bustos¹; Cristian Rodriguez²; Gustavo Ardila²; Maud SARAZIN^{None}; Oscar Zapata^{None}¹ *Universidad de los Andes (CO)*² *Universidad de los Andes*

Corresponding Author: ga.ardila10@uniandes.edu.co

In this talk we will first introduce the dynamical scotogenic model, which extends the usual radiative see-saw mechanism by one Z_2 even scalar singlet that spontaneously breaks the $U(1)$ lepton number symmetry, and explain some details of its phenomenology, emphasizing in the scalar sector. Then, we explain how this model can introduce neutrino masses compatible with the experimental observations, as well as two possible dark matter candidates in the scalar and fermion sector. After, we make a brief analysis of the DM relic density for both candidates, as well as the scattering cross section in comparison with experimental data from LUX-ZEPPLIN and XENON-1T. Finally, we explain how the model can induce collider observable signatures in both channels, and make a production cross section analysis in the context of the LHC.

LHC and Neutrino experiments / 43

Tau polarization in Z to ditau decays

Authors: Carlos Andres Florez Bustos¹; Cristian Rodriguez²; Jose Antonio Reyes Vega¹

¹ *Universidad de los Andes (CO)*

² *Universidad de los Andes*

Corresponding Author: jose.antonio.reyes.vega@cern.ch

Taus are third-generation leptons with a short lifetime, and their decay products offer a unique opportunity: by analyzing the kinematic distributions of these products, it is possible to reconstruct variables that reveal tau polarization. Polarization, which is directly linked to helicity, is a crucial observable that distinguishes between right- and left-handed particles. Moreover, with other observables, polarization information provides valuable insights into Z boson decays to ditau leptons. Through angular momentum conservation, where the Z boson has a spin of one, the two taus strongly correlate with specific helicity combinations. Therefore, studying tau decays allows us to explore the electroweak sector in greater detail.

Polarization variables take advantage of the asymmetry between left- and right-handed tau decays, and they can be used to increase sensitivity in searches for physics beyond the Standard Model, offering a window to study the possible properties of new particles.

Dark Matter / 44

Effective Models for Scalar Dark Matter with Z_{2n} symmetries

Authors: Amalia Betancur Rodríguez¹; Diego Restrepo Quintero²; Simón González Gómez²

¹ *Universidad EIA*

² *Universidad de Antioquia*

Corresponding Author: simon.gonzalezg1@udea.edu.co

We present single and multi-component scalar dark matter scenarios explored via effective operators up to order 6. For this, we utilize the mathematica code Sym2Int and generate the relevant operators of the Lagrangian up to the desired energy dimension. The operators are used as interaction inputs for the mathematica package FeynRules to produce the model files necessary for the calculations of dark matter observables with the code micrOmegas. Initially we consider the prospect of generating the observed dark matter density for a single real or complex particle connected to the standard model through effective operators. Later we consider a two-component scenario where the complex and real dark matter fields are connected through operators introduced by some particular Z_{2n} symmetry.

LHC and Neutrino experiments / 45**Boosted VBF $HH \rightarrow 4b$ HL-LHC projections****Author:** Jose Alejandro Portela Robayo¹¹ *Universidad Nacional de Colombia (CO)***Corresponding Author:** jose.alejandro.portela.robayo@cern.ch

This work focuses on extrapolating the constraints for diHiggs (HH) within the future HL-LHC, specifically targeting the boosted VBF (Vector Boson Fusion) topology. This production mode, while having a lower production rate than ggF, is more sensitive to certain coupling modifiers such as $\kappa_2 V$.

Previous studies using Run 2 data have shown that the boosted analysis is more sensitive to this modifier. This work aims to reproduce those results but for a scenario with higher luminosity and collision energy (up to 3000 fb⁻¹). Multiple scenarios are proposed, considering variations to the group of systematic uncertainties.

As luminosity increases, seems that statistical uncertainties become less relevant, while systematic uncertainties become dominant. Various scenarios are analyzed, ranging from maintaining the same uncertainties as Run 2 to removing them completely. All of this is to analyze what new information the improvements of the HL-LHC can bring.

Theory/Phenomenology / 46**Thermal and Magnetic Fluctuations in QED: Implications for Symmetry, Particle Mass, and Heavy-Ion Collisions****Author:** Jorge David Castaño-Yepes¹**Co-authors:** Enrique Muñoz¹; Juan Cristóbal Rojas²; Marcelo Loewe³¹ *Pontificia Universidad Católica de Chile*² *Universidad Católica del Norte*³ *Pontificia Universidad Católica de Chile***Corresponding Author:** jcastano@uc.cl

In this talk, we present the implementation of the replica trick introduced by Parisi to incorporate fluctuations of external fields into the QED Lagrangian. As a first approximation, we study how magnetic and thermal fluctuations, described by white noise, induces effective interactions between fermions, exploring the consequences in various scenarios. Specifically, we demonstrate that magnetic fluctuations, from the perspective of perturbation theory and effective action, break the $U(1)$ symmetry of QED. This results in surviving vector currents and the generation of an effective magnetic mass for photons. Furthermore, we show that magnetic fluctuations break spatial symmetries in such a way that four fermion resonances, with their corresponding spectral widths, can be distinguished, leading to the propagation of four independent fermion quasi-particle modes. Additionally, we compute the effects of magnetic fluctuations on photon and dilepton production during the thermalized stages of heavy-ion collisions. Finally, we report the implications of incorporating thermal fluctuations in the Quark-Gluon Plasma (QGP) phase on the deconfinement temperature.

Astroparticles / 47

Overview of Neutrino Experiments: New Results and Perspectives (Selected Topics with a Focus on Quest for the Origin of Matter Dominated Universe)

Corresponding Author: chang.jung@stonybrook.edu

LHC and Neutrino experiments / 48

Pileup mitigation using topoclusters

Authors: Rafael Andrei Vinasco Soler¹; Jad Mathieu Sardain²

¹ *Universidad Nacional de Colombia (CO)*

² *University of Arizona (US)*

Corresponding Author: rafael.andrei.vinasco.soler@cern.ch

Pileup mitigation is crucial for jet reconstruction and a crucial tool for improving many physical observables. This work uses graph neural networks and Topo-clusters information to create a classifier of pileup clusters in the ATLAS experiment.

Dark Matter / 49

Direct dark matter detection: leaving no stone unturned

Corresponding Author: davidg.cerdeno@gmail.com

Hadron and Flavour Physics / 50

TBC

Corresponding Author: adnan.bashir@umich.mx

Hadron and Flavour Physics / 51

TBC

Corresponding Author: bennich@unifesp.br

Hadron and Flavour Physics / 52

Hadron spectroscopy in lattice QCD: basics and some recent developments

Lattice Quantum Chromodynamics (QCD) provides a non-perturbative approach to QCD from first principles which has proven successful for the study of several physical quantities of interest, for example the energy spectrum of mesons and baryons. It is a crossroads of particle physics, applied mathematics and high performance computing: the numerical simulations performed often require solving several linear systems to compute the quark propagator involving sparse yet extremely large matrices which depend on random variables that need to be efficiently sampled from a non-trivial distribution dictated by the action of the theory of interest. Significant research has been focused on fast solvers for such linear systems to be used in supercomputers, efficient sampling of the distributions and improved actions that define the theory on a lattice, among many other topics of interest. State-of-the-art methods are being used to study exotic states of great theoretical and experimental interest, such as glueballs, hybrid mesons with gluonic excitations or states with quantum numbers not allowed in the conventional quark model. To understand how this is done, this talk will focus on a particular area of lattice QCD: hadron spectroscopy. Here we calculate the spectrum of the energy eigenstates of the theory (mesons, baryons, etc...) by means of Monte Carlo averages over random variables which represent the gluon background. Starting with a short introduction to some widely used methods, including how to build creation operators for the different states, we will see how we can use and improve them to map out the low-lying meson spectrum while at the same time look for the predicted-but-not-yet-found scalar glueball.

LHC and Neutrino experiments / 53

Novel Application of Power Over Fiber in Neutrino Detectors

Corresponding Author: damartin83@gmail.com

LHC and Neutrino experiments / 54

Soft QCD, diffraction and exclusivity at high-energy collisions

Corresponding Author: marek.tasevsky@cern.ch

LHC and Neutrino experiments / 55

Exotics searches status at the CMS Experiment

Corresponding Author: jose.ruiz@cern.ch

Theory/Phenomenology / 56

Flavor in Finite Grand Unified Theories.

Corresponding Author: myriam@fisica.unam.mx

Beyond the Standard Model / 57

PHYSICS BEYOND THE STANDARD MODEL

Corresponding Author: william.ponce@udea.edu.co

Astroparticles / 58

Análisis de las oscilaciones de sabor de neutrinos en el medio denso de una supernova tipo colapso de núcleo

Author: Santiago Ortiz¹

¹ *Universidad del Quindío*

Corresponding Author: sortizg_3@uqvirtual.edu.co

Esta investigación se enfoca en estudiar cómo las propiedades de los neutrinos se ven afectadas en una supernova de tipo colapso de núcleo. El estudio se centrará en determinar la variación del flujo de neutrinos producidos durante el colapso debido a su propagación a través del medio material, calcular el flujo de neutrinos esperado al llegar a la Tierra y analizar los cambios en los ángulos de mezcla y las diferencias de masa efectiva bajo diferentes condiciones de densidad. La investigación proporcionará una comprensión fundamental sobre cómo las propiedades de los neutrinos cambian en una región de alta densidad de materia. Se utilizará un enfoque teórico y computacional, haciendo uso del software proporcionado por SNEWS, basándose en diversos modelos y cálculos presentados en estudios previos.

Astroparticles / 59

Neutrinos en el universo: determinación de un límite superior para la masa total de los neutrinos a partir de observables cosmológicos

Author: Jaider Stiven Rodriguez Villanueva¹

Co-author: Victor Saul Basto Gonzalez¹

¹ *Universidad del Quindío*

Corresponding Author: jaiders.rodiguezv@uqvirtual.edu.co

Los resultados experimentales obtenidos en el último siglo proporcionan evidencia de que las masas de los neutrinos son distintas de cero, pero no permiten determinar la escala de estas masas. Debido a la influencia de los neutrinos en distintos observables cosmológicos, como las fluctuaciones de densidad de materia en el universo, es posible obtener información complementaria sobre sus masas a partir de estos observables. Este estudio establece un límite superior sobre la masa total de los neutrinos. Para ello, utilizamos el software CAMB, una herramienta de código abierto que genera el espectro de potencia a partir de los parámetros del modelo cosmológico, con el fin de encontrar el mejor ajuste de la masa total de los neutrinos para los valores de H_0 y σ_8 .

Beyond the Standard Model / 60

Closure

Corresponding Author: carlos.sandoval@cern.ch

Astroparticles / 61

Opening

Corresponding Author: eduro4000@gmail.com

Beyond the Standard Model / 62

QUARK MIXING MODEL WITH S3 MODULAR SYMMETRY AND 3 HIGGS DOUBLETS

Author: Carlos Ceron¹

Co-author: Myriam Mondragon

¹ UNAM

Corresponding Author: carlosceron@estudiantes.fisica.unam.mx

An open problem that the Standard Model does not solve is about the origin of the mass hierarchy among fermions. Different alternatives have been

proposed by adding extra groups to the Gauge group of the Standard Model or by building hybrid models with some of them. It has been shown that the S3 symmetry has given good results if, in addition, three Higgs doublets with their invariant potential of S3 are introduced. However, when taking into account the minimization conditions of the Higgs potential, the resulting matrix VCKM exhibits a residual symmetry with zeros in some entries. Following the success of S3, an extension of the Standard Model is proposed by means of the same

group, but obtained from modular symmetry. In doing so, certain special functions known as modular forms are taken into account, which have a particular

transformation under the application of the modular group. By considering a modular symmetry, it is possible to assign to the quark fields and Higgs fields

a new quantity known as the modular weight which, together with the symmetry of S3, produces new constraints on the way the Yukawa sector Lagrangian

is built and hence the couplings, which will be in terms of modular forms. A proper assignment of the quark and Higgs fields in S3 and their modular weights allows a mass matrix with texture zeros to be written. When calculating the elements of the quark mixing matrix VCKM, it is found that, indeed, the VCKM matrix does not exhibit zeros in any of its inputs and they are comparable to the data provided by the PDG.

63

Estudio de la alta multiplicidad de jets de bajo pt en la producción del bosón Z' y su posible corrección mediante algoritmos de agrupamiento

Authors: José David Ruiz Álvarez¹; Juan Camilo Bermudez Betancourt²; Juan esteban Ospina Holguin³

¹ *Universidad de Antioquia*

² *Universidad del Cauca*

³ *Universidad de Antioquia (CO)*

Corresponding Authors: juan.esteban.ospina.holguin@cern.ch, juanbermudez@unicauca.edu.co

Este estudio aborda la producción del bosón Z' en un modelo simplificado que extiende el Modelo Estándar mediante la incorporación de una simetría local $U(1)_X$. Nos centramos en el proceso de colisión $p p \rightarrow Z' \rightarrow b \bar{b}$, donde se espera observar la emisión de dos jets. Sin embargo, las simulaciones iniciales revelaron un exceso de jets en comparación con las expectativas teóricas. Para corregir esta discrepancia, se propone un algoritmo que agrupa jets cercanos en el espacio fase utilizando un criterio basado en una pequeña distancia angular (ΔR). Actualmente, el estudio se encuentra en desarrollo con resultados preliminares que indican una posible reducción del número de jets por evento, acercándose a las predicciones del modelo.

64

Determinación de la constante de Hubble mediante el análisis de la diferencia del tiempo de atraso entre las imágenes del sistema lente gravitacional PG 1115+080.

Author: Maderli Selena Toro Garcia¹

¹ *Universidad de Nariño*

Corresponding Author: maderliselenatoro@gmail.com

La determinación de la constante de Hubble (H_0) es de gran importancia en la cosmología debido a que está relacionada con la tasa de expansión del universo y su edad. En general existen dos métodos para su medición, uno en el que los valores de H_0 se obtienen a partir de la escala de distancia local y otro a partir de medidas indirectas hechas por medio de observaciones del universo primitivo mediante el Fondo Cósmico de Microondas (CMB, por sus siglas en inglés). En el presente trabajo se explorará la importancia de la aplicación de las lentes gravitacionales en la determinación de la constante de Hubble a partir del estudio de la función tiempo de atraso del sistema lente gravitacional PG 1115+080; este enfoque pertenece al primer método mencionado.

65

Late time cosmological evolution generated by a $f(Q)$ modified gravity model

Author: Iván R. Vásquez¹

Co-author: Alexander Oliveros¹

¹ *Universidad del Atlántico*

Corresponding Author: itsivanvasquez@gmail.com

In this work we perform a late time cosmological analysis based on a $f(Q)$ modified gravity theories. Starting from a functional form for $f(Q)$ worked out by one of the authors [arXiv:2311.01857 [astro-ph.CO]], we obtain approximate analytical solutions for the Hubble parameter for different parameters of the model. Using $H(z)$ we perform late time cosmological analysis by exploring the behaviour of classical energy conditions, a stastefinder analysis and impact matter density perturbations.

66

El Laboratorio Andante: "Curiosidad Científica y construcción de paz"

Authors: ESTEFANIA ZAPATA VALDERRAMA¹; Santiago Herrera Guzman¹

¹ *Estudiante*

Corresponding Authors: estefania.zapata2@udea.edu.co, santiago.herrerag1@udea.edu.co

El proyecto "El Laboratorio Andante" tiene como objetivo llevar la comunicación científica a comunidades alejadas, donde el acceso a la ciencia es limitado. A través de talleres vivenciales en áreas como tecnología, química y astrofísica, se busca fomentar el aprendizaje creativo en niños y adultos, generando interés por la ciencia y utilizándola como una herramienta para la construcción de paz. Este enfoque resalta la ciencia como un recurso valioso para el desarrollo personal y comunitario, democratizando el conocimiento y abriendo nuevas oportunidades.

Además, trabajamos con personas firmantes de paz y sus familias, creando un espacio inclusivo que promueve la reintegración y la cohesión social. Al fortalecer los lazos comunitarios y desarrollar habilidades prácticas, el proyecto contribuye al bienestar de los participantes y de su entorno. Gracias a alianzas estratégicas con la Agencia para la Reincorporación y Normalización (ARN), la Misión de Verificación de las Naciones Unidas y la Universidad de Antioquia, "El Laboratorio Andante" inspira a futuras generaciones y establece la ciencia como una herramienta clave para el desarrollo social y la construcción de paz, generando un impacto positivo en la sociedad.

67

Private Signal Generation in the Search for New Physics in the lepton, b-jet and missing energy signature at the CMS experiment

Authors: Cesar Rendon Hinestroza¹; Jose Ruiz¹; Santiago Galvis Duque²

¹ *Universidad de Antioquia (CO)*

² *University of Antioquia*

Corresponding Author: santiago.galvis.duque@cern.ch

Based on studies made in this work <https://arxiv.org/abs/2211.05738> they have shown the possibility to find new physics related with a charged boson W' in the final state of a lepton, b-jet and missing energy in the events of proton-proton collisions in the LHC, collected by the CMS experiment. In this sense, the experimental search is relevant in front of the possible connections with anomalies in the quark b sector that have been measured by other experiments. In this work we present the Monte Carlo signal generation for a process related to W' production with different masses for a final state with a lepton, b-jet and missing energy.

68

Transporte Foelectrónico en Puntos Cuánticos Semiconductores

Author: Jhon Alejandro Andrade Hoyos¹

Co-author: LUISA MARINA ORDONEZ BRAVO ¹

¹ *Universidad del Cauca*

Corresponding Author: luisamordonez@unicauca.edu.co

La tecnología actual depende del transistor, cuya función es clave para fabricar dispositivos como procesadores y memorias. La ley de Moore establece que el número de transistores se duplicaría cada dos años, lo que aumenta la densidad de corriente y genera mayores temperaturas, afectando la eficiencia energética. A medida que los transistores se reducen a tamaños de orden de los angstroms, los efectos cuánticos comienzan a influir en su funcionamiento.

Este proyecto se centra en el estudio del transporte electrónico en un punto cuántico (PC), considerando la interacción con un fotón de polarización 1 (polarización circular a la izquierda) dentro de una cavidad de electrodinámica cuántica. El punto cuántico está conectado a dos contactos metálicos, y su comportamiento se analiza usando dos hamiltonianos: el de Jaynes-Cummings, que describe la interacción entre el PC y el fotón, y el hamiltoniano de Tight Binding, que describe el acoplamiento de los electrones del PC con los contactos.

Se usa un toy model para describir los electrones en los contactos (un nivel efectivo sin repulsión coulombiana entre electrones) y nos enfocamos en el subespacio de momento angular total de $3/2$. Usando simetrías, el Hamiltoniano se puede reducir a una matriz de 6×6 , la cual se diagonaliza para diferentes valores de la energía del PC (variado por un voltaje externo) y así obtenemos el espectro de energías del sistema [4]. Este espectro es comparado con la solución del sistema sin los contactos metálicos, y también sin la interacción de la luz, para analizar la relevancia de estas interacciones en el sistema. Las zonas de fluctuaciones de carga en el PC, son de vital importancia para que el transporte desde un contacto a otro sea viable.

Se espera que los resultados del proyecto demuestren que el transporte de electrones puede ser controlado mediante la incidencia de fotones, lo que reduciría las pérdidas de energía y el calor en transistores cuánticos. Los resultados esperados para diciembre es la probabilidad de transición sin voltaje entre los contactos.

69

Discrete symmetries and the search for physics beyond the standard model.

Author: Juan Camilo Acosta¹

Co-author: Carlos Vera¹

¹ *Universidad del Tolima*

Corresponding Author: jcacostag@ut.edu.co

Discrete symmetries play a fundamental role in the search for physics beyond the standard model. They offer a unique opportunity to explore new theoretical and experimental dimensions, and could be the key to solve some of the most profound mysteries in modern physics, such as dark matter and dark energy.

70

Formulación de Hamilton-Jacobi para la ecuación de Proca

Author: Juan Felipe Portillo Zambrano¹

¹ *Universidad de Nariño*

Corresponding Author: juanfepz@gmail.com

En este trabajo se aplica la formulación de Hamilton-Jacobi al campo de Proca, tanto para campos reales como complejos. La ecuación de Proca, una extensión de las ecuaciones de Maxwell, describe

el comportamiento de partículas bosónicas masivas. Este estudio busca proporcionar una descripción alternativa a la teoría canónica tradicional mediante el uso del formalismo de Hamilton-Jacobi. Se han derivado las condiciones de integridad, las ecuaciones características y se han construido corchetes generalizados para ambos tipos de campo. Además, se exploran las implicaciones de introducir una simetría de gauge local, lo cual ofrece una comprensión más profunda de la dinámica de los campos bosónicos. Los resultados confirman que la formulación de Hamilton-Jacobi es una herramienta efectiva para analizar y comprender la dinámica de los campos de Proca, validando su equivalencia con el enfoque canónico y ampliando el conocimiento en este campo.

71

Investigating Resonant Higgs Signatures in the Context of a Two Higgs Doublet Model (2HDM)

Author: Yithsbey Giraldo Usuga¹

Co-authors: Eduardo Rojas²; Oscar Rodríguez³; Richard Benavides⁴; WILLIAM ANTONIO PONCE GUTIERREZ

¹ *Universidad de Nariño*

² *Universidad de Nariño.*

³ *Universidad de Antioquia*

⁴ *Instituto Tecnológico Metropolitano, ITM*

Corresponding Author: yithsbey@gmail.com

In this study, we investigate Higgs-like resonant signals and recent anomalies found in searches for high-mass scalar resonances at the LHC. We propose a Two-Higgs-Doublet Model (2HDM) as a natural extension of the Standard Model to account for these phenomena, incorporating a scalar singlet for additional flexibility. The model's Higgs sector consists of two CP-odd bosons and one charged scalar boson, resulting in three CP-even scalar bosons, one CP-odd scalar, and one charged scalar. Our analysis focuses on determining the masses of these particles and comparing them with reported experimental anomalies. Among the key findings, we identify a light neutral scalar with a mass around 95 GeV and a charged Higgs close to 130 GeV. Furthermore, we explore scalar resonances decaying into photon pairs with masses of about 95 GeV and 152 GeV, as well as an excess in diboson events at 680 GeV observed by CMS. We consider two possible charge configurations for the scalar singlet, leading to distinct cubic or quartic couplings in the scalar sector. Through an exploration of the scalar potential and parameter space, we align the predicted masses with the observed anomalies. We find that the 95 GeV scalar fits well with the lightest CP-even Higgs, while the charged Higgs at 130 GeV also falls within our model's predictions. Our results show strong agreement between these experimental excesses and regions of high solution density in our theoretical framework.

72

Estudio de anomalías en decaimientos del meson B considerando LQ U1

Authors: Javier Orlando Rondon Tovar¹; Jose Herman Muñoz Nungo²; Nestor Hernando Quintero Poveda²; Jose Miguel Cabarcas Bolaños²

¹ *Estudiante*

² *Profesor*

Corresponding Author: javierrondont@gmail.com

En este trabajo se analiza el modelo de nueva física conocido como leptoquark (LQ) vectorial $U(3, 1, 2/3)$, para explicar las anomalías reportadas, en la última década, en varios observables asociados a corrientes cargadas y neutras del mesón B, y al momento magnético del muón. Para este fin se revisó el espacio paramétrico, considerando las restricciones establecidas por los valores más recientes de los experimentos CMS y ATLAS del LHC, y las condiciones impuestas por los valores experimentales de observables de sabor relacionadas con el mesón B.

73

Multi-component secluded WIMP dark matter and Dirac neutrino masse

Author: ANDRES FELIPE RIVERA ROMERO^{None}

Co-authors: David Suarez¹; Diego Restrepo¹

¹ *Universidad de Antioquia*

Corresponding Author: afelipe.rivera@udea.edu.co

Scenarios for secluded WIMP dark matter models have been extensively studied in simplified versions. This paper shows a complete UV realization of a secluded WIMP dark matter model with an extra Abelian gauge symmetry that includes two-component dark matter candidates, where the dark-matter conversion process plays a significant role in determining the relic density in the Universe. The model generates a Dirac mass term for neutrinos and can be tested in future direct detection experiments of dark matter. The model is also compatible with cosmological and theoretical constraints, including the branching ratio of SM into invisible, Big Bang nucleosynthesis restrictions, and the number of relativistic degrees of freedom in the early universe, even without kinetic mixing.

74

New physics through polarized observables

Authors: Alan Ignacio Hernandez¹; Ricardo Gaitan Lozano²

¹ *FESC-UNAM*

² *Universidad Nacional Autónoma de México*

Corresponding Author: alaban7@gmail.com

At the ATLAS, CMS, and LHCb collaborations, the study of polarizations of gauge bosons is of great interest. This work studies the effects of CP violation and complex anomalous couplings on polarized observables that can be observed at the LHC. In particular, pairs of gauge bosons in the final state are sensitive to these effects. We find that new left-right asymmetries can be defined, which are zero in the SM. Furthermore, some angular polarized observables are sensitive to the CP violation and are considered in this study.

75

Soluciones Periódicas al Problema de los Tres Cuerpos

Authors: Haider Pazos^{None}; Jorge Lopez¹; Neider Benavides¹

¹ *Universidad de Nariño*

Corresponding Authors: neiderbenavides33@gmail.com, haiderpazos@gmail.com

En este trabajo presentamos la solución numérica al problema de los tres cuerpos en un plano, haciendo énfasis en los casos en que se obtienen soluciones periódicas. Para este propósito usamos un método de Runge-Kutta de cuarto orden y nos apoyamos en el lenguaje Python, tanto para el desarrollo numérico como la ilustración de dichas soluciones. Desde Leonard Euler, en 1767 hasta nuestros días, se han estudiado analítica y numéricamente distintas soluciones periódicas, las cuales nos permiten tener alguna comprensión del problema de los tres cuerpos que es inherentemente caótico y para el cual aún no se dispone de una solución analítica. Los resultados obtenidos están acordes con lo reportado en la literatura.

76

Soluciones Periódicas al Problema de los Tres Cuerpos

Authors: Haider Pazos¹; Jorge López¹; Neider Benavides¹

¹ *Universidad de Nariño*

Corresponding Authors: neiderbenavides33@gmail.com, haiderpazos@gmail.com

un plano, haciendo énfasis en los casos en que se obtienen soluciones periódicas. Para este propósito usamos un método de Runge-Kutta de cuarto orden y nos apoyamos en el lenguaje Python, tanto para el desarrollo numérico como la ilustración de dichas soluciones. Desde Leonard Euler, en 1767 hasta nuestros días, se han estudiado analítica y numéricamente distintas soluciones periódicas, las cuales nos permiten tener alguna comprensión del problema de los tres cuerpos que es inherentemente caótico y para el cual aún no se dispone de una solución analítica. Los resultados obtenidos están acordes con lo reportado en la literatura.

77

Soluciones Periódicas al Problema de los Tres Cuerpos

Authors: Haider Pazos¹; Jorge Lopez^{None}; Neider Benavides¹

¹ *Universidad de Nariño*

Corresponding Authors: neiderbenavides33@gmail.com, haiderpazos@gmail.com

En este trabajo presentamos la solución numérica al problema de los tres cuerpos en un plano, haciendo énfasis en los casos en que se obtienen soluciones periódicas. Para este propósito usamos un método de Runge-Kutta de cuarto orden y nos apoyamos en el lenguaje Python, tanto para el desarrollo numérico como la ilustración de dichas soluciones. Desde Leonard Euler, en 1767 hasta nuestros días, se han estudiado analítica y numéricamente distintas soluciones periódicas, las cuales nos permiten tener alguna comprensión del problema de los tres cuerpos que es inherentemente caótico y para el cual aún no se dispone de una solución analítica. Los resultados obtenidos están acordes con lo reportado en la literatura.

78

Study of Sterile Neutrinos in Extensions of the Standard Model of Elementary Particle Physics

Author: Nataly Almanza^{None}

Corresponding Author: u20202191875@usco.edu.co

The observation of neutrino oscillations provides compelling evidence that neutrinos are massive, a property not accounted for in the Standard Model (SM) formulation. This motivates the inclusion of sterile neutrinos: fermions that are singlets under $SU(3)_C \times SU(2)_L \times U(1)_Y$ and interact only through mixing with active neutrinos or gravitational couplings. Sterile neutrinos provide a promising framework to explain neutrino masses via Dirac or Majorana terms and address key open questions such as anomalies in short-baseline experiments, the nature of dark matter, and leptogenesis.

This study conducts a phenomenological analysis of models extending the leptonic sector with sterile neutrinos. Experimental oscillation data will constrain the parameters of the effective mass matrix and assess active-sterile mixing. The impact of these mixings on oscillation probabilities, mixing angles, and unitarity violations in the extended PMNS matrix will be evaluated. Possible signals of light and heavy sterile neutrinos will also be explored in current experiments like DUNE and JUNO, and future colliders.

Finally, the decay widths of heavy sterile neutrinos will be calculated to characterize their decay channels and assess their detectability. This framework aims to guide both data interpretation and experimental strategies in the search for new physics beyond the SM.

79

Generación de masa de los neutrinos en un modelo de nueva física

Author: Juan Esteban Polanía Dávila¹

Co-author: Brayan Felipe Herrán Garzón¹

¹ *Universidad Surcolombiana*

Corresponding Authors: u20191176290@usco.edu.co, u20211196478@usco.edu.co

El descubrimiento de los neutrinos masivos plantea un desafío al Modelo Estándar de partículas, ya que este no provee un mecanismo natural para la generación de masas de estos fermiones. Este trabajo se enfoca en el estudio del mecanismo seesaw tipo 1 como una extensión viable que permite introducir términos de masa tanto de Dirac como de Majorana para los neutrinos, explorando así la posibilidad de nueva física más allá del Modelo Estándar. El objetivo principal es analizar la generación de masas de los neutrinos, aplicando restricciones sobre la matriz de masa utilizando datos de oscilaciones de neutrinos. Asimismo, se estudiarán las mezclas entre los neutrinos estándar y nuevos estados masivos, evaluando las modificaciones sobre observables y las señales experimentales de estos nuevos neutrinos en colisionadores y experimentos de detección directa. Se espera que este estudio proporcione indicios sobre la detección de neutrinos pesados y ligeros, contribuyendo a la comprensión de las masas de los neutrinos en el contexto de modelos más allá del Modelo Estándar.

81

Eguchi-Hanson Spacetime: Gravitational Instantons, Physical Interpretation, and Quantum Gravity Measurements

Author: JUAN DAVID PLAZAS PARDO¹

¹ *Universidad Surcolombiana*

Corresponding Author: u20211195767@usco.edu.co

Instantons are Euclidean solutions of the Yang-Mills equations of motion, whose existence has been fundamental for the study of quantum chromodynamics. These solutions allow us to explore quantum tunneling and vacuum transitions in gauge theories. In 1978, Eguchi and Hanson proposed a particular type of space-time, which introduced a new way of interpreting instantons in a gravitational context. This development has opened the door for the study of quantum effects in gravity and has become an important step in the formulation of modern theories of quantum gravity. An approach to the physical interpretation of the results of gravitational instanton theory using general relativity and quantum mechanical techniques will be presented.

82

Producción y Emisión de Radiación Térmica en Colisiones de Iones Pesados: Estudio del Plasma de Quarks y Gluones (QGP)

Author: LEE JOEL RIVERA GUZMAN¹

Co-author: FARID LARA RODRIGUEZ ¹

¹ *Universidad Surcolombiana*

Corresponding Author: u20202191293@usco.edu.co

En esta presentación, abordaremos la producción y emisión de radiación térmica en colisiones de iones pesados, y se discutirán los métodos de medición utilizados en el estudio del plasma de quarks y gluones. Introduciremos las características del QGP, un estado de la materia creado en los colisionadores LHC y RHIC que alcanza temperaturas y densidades extremas comparables al universo primitivo. La radiación térmica, radiada en fotones y leptones, proporciona una fotografía directa del QGP, ya que interactúan débilmente con el plasma que transporta datos cruciales sobre temperatura, densidad y fenomenología de viscosidad, los cuales mediante técnicas de detección avanzadas y análisis de alta precisión, se han caracterizado estos parámetros demostrando un comportamiento de fluido casi perfecto. Finalmente, abordaremos las perspectivas futuras en la mejora de técnicas de detección y su impacto en la comprensión de la en condiciones extremas.

83

Cálculo de la entropía de Bekenstein-Hawking para agujeros negros supersimétricos en teoría de cuerdas.

Authors: Damian Kaloni Mayorga Peña¹; Jairo Alexis Lopez²; Juan Diego Salgado Giraldo³

¹ *DCI, University of Guanajuato*

² *Universidad Nacional de Colombia (CO)*

³ *Universidad Nacional de Colombia*

Corresponding Author: jsalgadog@unal.edu.co

Hasta la fecha, la teoría de cuerdas es el candidato más prometedor para convertirse en una teoría de gravedad cuántica. En particular, trabajos de Strominger, Vafa y Maldacena han demostrado que, en ciertas compactificaciones de esta teoría, es posible construir un modelo de agujero negro cuántico en el que se puede contar el número de microestados. Esto se logra utilizando el hecho de que la función de partición de estos ensambles se expresa como una combinación de formas modulares bien conocidas. Mi trabajo se centra en el cálculo de microestados BPS para un agujero negro cuántico supersimétrico en la teoría de cuerdas tipo IIB, compactificada en un 6-toro, utilizando

las propiedades de las funciones modulares, siguiendo los avances realizados por Strominger, Vafa y Maldacena. Posteriormente, se analiza la entropía asociada a este conjunto de microestados y se compara con la entropía de Bekenstein-Hawking del agujero negro correspondiente.

84

Producción térmica de materia oscura para modelos $U(1)_{\mu\text{-}\tau}$

Authors: Fredy Ochoa¹; Juan Carlos Aranda Muñoz¹

¹ *Universidad Nacional de Colombia*

Corresponding Author: jarandam@unal.edu.co

En este trabajo, se realiza una revisión de una deducción general de las ecuaciones de evolución para la densidad de materia oscura partiendo del operador de Liouville y la ecuación de Boltzmann. Este enfoque permitirá obtener la evolución de la densidad de partículas en el universo temprano, lo cual es fundamental para entender cómo la materia oscura no ordinaria (es decir, aquella no predicha por el modelo estándar) ha evolucionado hasta su distribución actual, utilizando el mecanismo del Freeze Out. Una vez derivadas estas ecuaciones, se aplicarán a un modelo específico de partículas para explorar su viabilidad como candidato para describir la naturaleza de la materia oscura. El modelo a estudiar es una extensión $U(1)_{\mu\text{-}\tau}$ del modelo estándar que introduce una nueva interacción entre leptones, basada en la diferencia entre los números leptónicos de los muones y los tauones. La importancia del modelo $U(1)_{\mu\text{-}\tau}$ radica en su capacidad para explicar ciertas anomalías observadas en experimentos de física de partículas, como el momento magnético anómalo del muón. Además, este modelo permite la descripción de materia oscura, ya que introduce un bosón gauge adicional que puede servir como mediador entre una partícula de materia oscura y el sector visible, proporcionando una posible explicación para la estabilidad y abundancia de la materia oscura en el universo actual.

85

Espectros de diferentes potenciales usando la técnica de Bootstrapping

Authors: Carlos Sandoval Usme¹; Jairo Alexis Lopez²; Sofia Londoño Todo¹

¹ *Universidad Nacional de Colombia*

² *Universidad Nacional de Colombia (CO)*

Corresponding Author: solondonot@una.edu.co

El método de bootstrapping en mecánica cuántica ha ganado relevancia como técnica numérica para determinar espectros energéticos de sistemas cuánticos. A partir del conocimiento del potencial empleado y la implementación de identidades específicas, este método permite obtener relaciones de recursión que facilitan la determinación del espectro del sistema en cuestión. En este trabajo se presentan espectros de potenciales conocidos, como el potencial de Coulomb, el oscilador anarmónico, entre otros. Con el fin de ilustrar la eficacia de la técnica de bootstrapping en diferentes contextos.

86

Baryogenesis and leptogenesis under minimal extension beyond the standard model.

Author: Isaac Mateo Garzón Muñoz¹

Co-author: Eduardo Rojas²

¹ *Universidad de Nariño*

² *Universidad de Nariño.*

Corresponding Author: mategm18@gmail.com

In this study, we explore the formalisms of quantum field theory to understand the matter-antimatter asymmetry in a new physics scenario. According to the Sakharov conditions, we focus on CP symmetry violation and out-of-equilibrium dynamics.

In particular, we show the relevance of the one-loop radiative corrections in generating a net baryon number. To exemplify this mechanism, we study a simple model that explains baryogenesis and leptogenesis in the early universe by introducing a heavy scalar boson. Finally, we adjust the model parameters to satisfy the experimental and cosmological constraints.

As a supplement, we also review the Boltzmann equation formalism in a very comprehensive way.

87

Formulación de Hamilton-Jacobi para teorías gauge topológicas

Author: Christian Martínez¹

Co-author: German Ramos

¹ *University of Nariño*

Corresponding Author: chmbenavides@gmail.com

In this paper there is the study of the abelian gauge theories of Chern-Simons and Maxwell-Chern Simons. The Hamilton-Jacobi method was used for the analysis.

In this theory, the local gauge symmetry of the theory it is presented as the existence of constraints that restrict the phase space, these constraints are interpreted as partial differential equations that must comply with the integrability conditions. With these conditions there is the rise of a new set of partial differential equations and along with the initial conditions completes the set of Hamilton-Jacobi's partial differential equations (HJPDE's). Solving the HJPDE's involves determining their characteristic equations which establishes the degrees of freedom of the theory. From the fundamental fields, the field equations consistent with other formulations are deduced.

88

Formulación de Hamilton-Jacobi para teorías gauge no abelianas

Author: Cristian Santiago Muñoz López¹

Co-author: German Ramos

¹ *University of Nariño*

Corresponding Author: cristiansantiagocsm123@gmail.com

The Yang-Mills theory is a non-abelian gauge theory that describes the fundamental forces of the standard model. The gauge nature of free non-Abelian Yang-Mills gauge theories for symmetry groups $SU(N)$ is analyzed in this work using the Hamilton-Jacobi formulation of Carathéodory equivalent Lagrangians. The gauge symmetry of the theory is implied by the presence of constraints, which are restrictions on dynamic variables of the system and are interpreted as partial differential equations (PDEs). These equations must satisfy integrability conditions by being involutive in order to ensure that the system is solvable, which gives rise to a new set of PDEs, which together with the initial ones, constitute the complete set of Hamilton-Jacobi partial differential equations (HJ-PDEs). The set of HJ-PDEs is solved using the Cauchy characteristic equations method, which allows finding the system's equations of motion. The Hamilton-Jacobi equations allow identifying the degrees of freedom of the theory and the associated field equations, which are consistent with other theories. In addition, gauge conditions are implemented, which are additional constraints on gauge fields that uniquely fix their value at each point in spacetime, to eliminate arbitrariness in the equations of motion generated by indeterminate parameters.

89

Caracterización de estrellas pulsantes y tipo solar mediante técnicas de Astrosismología

Author: Eddy Anthony Cruz Portilla¹

¹ *Universidad de Nariño*

Corresponding Author: tonycruzz@udenar.edu.co

Asteroseismology, the science that studies stellar oscillations to understand the internal structure and evolution of stars, was the starting point of this work. Two pulsating stars were analyzed, determining their stellar classification and position in the Hertzsprung-Russell (HR) diagram. Additionally, two solar-type stars, including the Sun, were studied, and fundamental parameters such as mass, age, and evolutionary status were obtained. The Period04 program was implemented for stellar frequency analysis, and a custom computational program was developed to classify the type of star based on these results.

90

Ceros de textura en el sector de quarks del Modelo Estándar

Author: Larry Burbano¹

Co-author: Larry Segundo Burbano Pantoja

¹ *Universidad de Nariño*

Corresponding Author: larryburbano@isfapasto.edu.co

Introducción

Esta investigación se centra en el sector de quarks dentro del Modelo Estándar, específicamente en el Lagrangiano de Yukawa. Este Lagrangiano involucra 36 parámetros libres en la generación de las masas de los quarks, lo que constituye un número significativo de parámetros que dificulta la realización de predicciones precisas. Para abordar esta complejidad, se utiliza el método de los "ceros de textura" con el propósito de reducir la cantidad de parámetros libres, asegurando la consistencia con los resultados experimentales y, al mismo tiempo, permitiendo establecer relaciones entre la matriz de mezcla CKM y las masas de los quarks.

Objetivo

El objetivo principal de este estudio es demostrar que al utilizar el mecanismo de los ceros de textura,

podemos encontrar relaciones significativas entre las masas de los quarks y la matriz de mezcla CKM.

Metodología

En nuestro proceso de investigación, nos enfocamos en el sector de quarks relacionado con el lagrangiano de Yukawa. Dado que las matrices de masa en este modelo involucran un exceso de parámetros libres, optamos por considerar matrices de masa hermíticas como una primera simplificación, que no resta generalidad, debido a que en el Modelo Estándar, los campos derechos son singletes bajo la simetría gauge SU(2). Además, implementamos la transformación de base débil (WBT) en nuestro trabajo, con el fin de lograr ceros de textura en las entradas de las matrices de masa, lo cual resulta consistente con los resultados experimentales. Adicionalmente, podemos establecer relaciones entre las masas de los quarks y las entradas de la matriz de mezcla CKM.

Resultados

Hemos logrado reducir de manera significativa la cantidad de parámetros libres en las matrices de masa al considerar matrices de masa hermíticas y al aplicar la transformación WBT para obtener ceros de textura. Los modelos resultantes son coherentes con la matriz de mezcla CKM e implican relaciones entre estas entradas y las masas de los quarks.

Conclusiones

El método de la transformación de base débil (WBT) ha demostrado ser eficaz para obtener ceros de textura en las matrices de masa de los quarks y para establecer relaciones entre las masas de los quarks y las entradas de la matriz de mezcla CKM.

Resumen

Dentro del Modelo Estándar, nos centramos en el estudio del sector de quarks. Empleamos diversas técnicas matemáticas en nuestro proceso, como el teorema de la descomposición polar y el método WBT, que nos permitieron trabajar con matrices de masa hermíticas y ceros de textura, reduciendo así el número de parámetros libres en el modelo. Como resultado, hemos encontrado modelos coherentes con los datos experimentales y relaciones analíticas entre las entradas de la matriz de mezcla CKM y las masas de los quarks.

Hadron and Flavour Physics / 91

Transverse distribution functions and jet fragmentation functions

Author: Bruno El-Bennich¹

¹ *Federal University of São Paulo*

Corresponding Author: bennich@unifesp.br

Light-front wave functions (LFWF) of hadrons of mesons can be derived from the projection of their Bethe-Salpeter wave functions on the light front. We obtain the Poincaré-covariant wave functions within a functional approach to QCD, solving first the quark gap equation within a chiral-symmetry preserving truncation scheme and then the Bethe-Salpeter equation of the mesons. With the LFWF in hand, we can derive the meson's parton distribution amplitude (PDA), transverse momentum distribution (TMD) and parton distribution function (PDF) for the light mesons, π and K mesons, as well as quarkonia. Last not least, I will present recent progress on the calculation of elementary quark-fragmentation functions and their generalization to jet functions.

Hadron and Flavour Physics / 92

Internal Structure of Hadrons - Understand Strong Interactions and the Standard Model

Author: Adnan Bashir¹

¹ *University of Michoacán; University of Huelva*

Corresponding Author: adnan.bashir@umich.mx

The mechanism of hadron mass generation through the strong interactions of quantum chromodynamics (QCD) accounts for most matter in the visible universe. The pattern of its momentum dependence reflects in the internal structure of mesons and baryons. In this connection, we provide a selective overview of the progress in the computation of the hadron electromagnetic and transition form factors and the corresponding experimental efforts at the Thomas Jefferson National Accelerator Facility, the planned Electron-Ion Collider and other hadron physics laboratories, making comparisons with observations and predictions from other theoretical tools. We also discuss the implications of these efforts for the tests of the celebrated Standard Model of particle physics, in particular the anomalous magnetic moment of the muon.

93

Exploring Peculiar Short GRBs: A Systematic Search within the Third Swift Catalog

Author: Nicolas Noriega¹

Co-authors: Esteban Cárdenas ¹; Jennifer Chacón ; Jonathan Quirola ²; nicolas vasquez

¹ *Escuela Politécnica Nacional*

² *Radboud university*

Corresponding Author: nicolas.noriega@epn.edu.ec

Gamma-ray bursts (GRBs) are potential candidates for gravitational wave emitters, and peculiar GRBs could provide new opportunities for study in multimessenger astronomy. In this study, we analyze four peculiar GRBs—GRB070724A, GRB070429B, GRB090426, and GRB120804A—all detected by the Swift space telescope.

These GRBs were identified through a systematic search in the Third Swift GRB Catalog, recalibrating their Epeak and isotropic energy. Our investigation evaluates temporal estimators, such as emission time, spectral lag, and isotropic energy, among others, extracted from Swift GRB observations. Our findings reveal that the calculated temporal estimators offer diverse insights into the classification of the examined GRBs, indicating the distinctive nature of these events. This suggests that these GRBs are “peculiar” when compared to typical GRBs in the spectral plane, specifically in the Amati-like relations.

In the next phase of our research, we plan to expand our analysis, incorporating enhancements in data management and a comprehensive exploration of the spectrum of events, among other aspects.

94

Unveiling the Enigmatic Nature of Peculiar Long GRBs in Swift's Third Catalog

Author: Esteban Cardenas¹

¹ *Escuela Politenica Nacional*

Corresponding Author: esteban.cardenas2001@gmail.com

Traditionally, LGRBs have been associated with the collapse of massive stars. However, our systematic search using a recalibrated Epeak-Eiso plane has revealed seven LGRBs that defy the canonical classification. Recent reports of apparent LGRBs are actually associated with mergers and exhibit extended emission, leading to classification confusion. Through meticulous temporal and spectral analysis, we provide insights into their elusive progenitors. Our investigation includes examining temporal estimators from Swift GRB observations. Future research will explore the properties of the host galaxies and surrounding media. By challenging established paradigms, our study contributes to the evolving GRB classification and improves our understanding of these powerful explosions.

96

Conference Photo

97

Lunch Hotel Sindamanoy