

PROPUESTAS TRABAJO FIN DE MASTER EN FÍSICA AVANZADA (Curso 2021-2022)					
Núm	Tema	Tutores	Email de contacto	Especialidad	Breve descripción (máx 300 caracteres)
1	Machine Learning-driven search for dark matter among the Fermi-LAT's unassociated gamma-ray sources	Bryan Zaldivar	zaldivar@ific.uv.es	ASTRO	El experimento de Fermi-LAT, a cargo de la NASA, mide rayos cósmicos provenientes de todo el cielo; en particular rayos gamma. De las casi 5000 fuentes puntuales identificadas por Fermi-LAT, cerca de un tercio no han logrado ser asociadas con ningún tipo de fuente conocida (pulsars, blazars, etc). El TFM tiene como objetivo evaluar la posibilidad de que algunas de dichas fuentes sean producto de la materia oscura aniquilándose en fotones. La estrategia es utilizar técnicas de Machine Learning para clasificar fuentes como astrofísicas o como de materia oscura. Se utilizarán datos reales de Fermi, así como "datos sintéticos" provenientes de candidatos de materia oscura.
2	Detección de ondas gravitacionales con deep learning	Roberto Ruiz de Austri, Alejandro Torres	r.ruiz@ific.uv.es, alejandro.torres@uv.es	ASTRO	En 2016 los experimentos LIGO y VIRGO informaron de la detección de ondas gravitacionales por primera vez en la historia resultantes de la fusión de dos agujeros negros. Desde entonces se han detectado (casi) 40 eventos de este tipo, incluyendo también fusiones de dos estrellas de neutrones. En este trabajo de TFM proponemos la utilización de métodos de deep learning a la detección de señales gravitacionales de fuentes astrofísicas. Más concretamente, se pretende usar métodos supervisados novedosos basados en redes neuronales convolucionales con datos publicados por las colaboraciones LIGO y VIRGO.
3	Espectroscopia de agujeros negros: resolviendo la ecuación de Teukolsky con Physics-Informed Neural Networks.	José Antonio Font, Alejandro Torres	j.antonio.font@uv.es, alejandro.torres@uv.es	ASTRO	La ecuación de Teukolsky gobierna las perturbaciones gravitacionales de un agujero negro de Kerr, es decir, sus modos cuasi-normales de oscilación. En la actualidad, tales perturbaciones comienzan a estar al alcance de la experimentación gracias al estudio de la fase "ringdown" de las señales gravitacionales post-fusión observadas por la colaboración LIGO-Virgo-KAGRA en las coalescencias de agujeros negros en sistemas binarios. El análisis de estos datos puede probar la validez del teorema de "no pelo" que afirma que los agujeros negros con rotación vienen descritos por su masa, momento angular y carga eléctrica. En este trabajo se pretende calcular las frecuencias de los modos cuasi-normales de oscilación de un agujero negro de Kerr resolviendo la ecuación de Teukolsky mediante PINNs y aplicar dicho procedimiento a algunas de las observaciones recientes de LIGO y Virgo.
4	Neutrino signals emitted by magnetorotational core-collapse supernovae	Miguel Ángel Aloy, Martin Obergaulinger	miguel.a.aloy@uv.es, martin.obergaulinger@uv.es	ASTRO	Neutrinos crucially affect core-collapse supernovae and are, besides gravitational waves, the only direct observables of their interior dynamics. The TFM will study the neutrino emission of numerical supernova models and compute potential signals in detectors accounting for neutrino oscillations.
5	Spectra of highly magnetized neutron stars	Michael Gabler	michael.gabler@uv.es	ASTRO	Neutron stars are the compact remnants of supernova explosions. A particular subclass of these stars called magnetars possess the strongest magnetic field in the universe. These magnetars are thought to be connected to many astrophysical phenomena of current interest like gamma-ray bursts or fast radio bursts. The proposed TFM project focuses on the calculation of the synthetic spectra of magnetars. Due to the ultra-strong magnetic field, the main ingredient to obtain the corresponding emission spectra is resonant cyclotron scattering. A numerical tool to calculate the spectra is already available for the project.
6	Investigation of the 3D morphologies of supernova ejecta	Michael Gabler	michael.gabler@uv.es	ASTRO	Supernova explosions are among the most violent events in the universe. Since they happen inside a progenitor star, not all of their secrets have been revealed yet. In this TFM we aim at connecting information of young supernova remnants with characteristics of the explosion and the progenitor. The different ejected elements of the supernova have characteristic morphologies. Comparing those morphologies among results from different long-time simulations of explosions, with different synthetic configurations and with observations of young supernova remnants may shed light into some of the hidden properties of supernova events. To this end, during this TFM, we will apply different metrics (spherical harmonics analysis, wavelet analysis, genus statistics, ...) and test their potential to find systematics in the 3D morphologies of supernova ejecta.
7	Top physics at the Large Hadron Collider	Miguel Villaplana / Marcel Vos	marcel.vos@ific.uv.es, miguel.villaplana@ific.uv.es	FNyP	El quark top es la partícula elemental conocida más pesada, es un candidato perfecto para el estudio de la interacción fuerte y juega un papel esencial en muchas extensiones del Modelo Estándar. Este TFM se centrará en el estudio de las propiedades del quark top mediante la aplicación de técnicas avanzadas de análisis a datos del experimento ATLAS del LHC.
8	From H to Z	Salvador Martí garcía	salvador.marti@ific.uv.es	FNyP	El bosón de Higgs s'acobia preferentment al bosó Z. Este acoblament es pot estudiar en el canal format per 4 leptons (electrons o muons) en l'estat final. Esta topologia també permet estudiar l'acoblament entre el bosó de Higgs i els muons per donar-los massa. En el TFM s'estudiaran les dades recollides per l'experiment ATLAS al LHC del CERN. // The Higgs boson decays predominantly into two Z bosons. The HZ coupling can be studied in a final state with 4 leptons (electrons or muons). This topology also allows to study the Higgs coupling to muons. This Master thesis (TFM) will analyze the data collected by the ATLAS experiment at CERN LHC.
9	Aplicación de técnicas de Machine Learning/Deep Learning en la Búsqueda de resonancias ttbar en el experimento ATLAS del CERN	Jose Salt Cairols, Santiago González de la Hoz	jose.salt@ific.uv.es, santiago.gonzalez@ific.uv.es	FNyP	El principal objetivo de este trabajo es la familiarización con diferentes técnicas de ML y DL en la búsqueda de resonancias ttbar que pudieran producirse en el experimento ATLAS del CERN. Ya se ha puesto de manifiesto las mejoras que se obtienen en la clasificación tanto de sucesos señal frente a sucesos background utilizando estas técnicas. También puede obtenerse una clasificación más eficaz a nivel de jets (de dichos sucesos) con lo que el procedimiento permite aumentar la sensibilidad en la reconstrucción de la masa invariante de ttbar. Se procederá a realizar un estudio comparativo entre diferentes técnicas.
10	Análisis de fenómenos electromagnéticos no-lineales en una cavidad aceleradora de radiofrecuencia de alto-gradiente para hadronterapia.	Nuria Fuster, Benito Gimeno	nuria.fuster@ific.uv.es, benito.gimeno@uv.es	FNyP	El trabajo se realizará en el laboratorio de radiofrecuencia del IFIC dónde se está estudiando el funcionamiento de una nueva cavidad aceleradora basada en tecnología de alto-gradiente diseñada con el objetivo de construir aceleradores lineales más compactos para terapias contra el cáncer basadas en protones e iones. Esta tecnología permite acelerar partículas a una determinada energía en una longitud más corta. Un problema que tiene esta tecnología es que requiere potencias muy altas y esto intensifica la generación de efectos electromagnéticos no-lineales que interrumpen la operación del acelerador y generan radiación ambiente. Es necesario cuantificar estos fenómenos para entender cuál es el máximo gradiente de aceleración que se puede alcanzar con el novedoso diseño siendo estudiado en el laboratorio del IFIC en un centro médico. El trabajo a realizar por el candidato/candidata combina medidas experimentales con análisis estadístico de las medidas de los efectos electromagnéticos no-lineales.
11	Higgs boson physics at the LHC	Luca Fiorini	fiorini@ific.uv.es	FNyP	El bosón de Higgs es la última partícula elemental que se ha descubierto. Sus características y su papel en la transición desde el Big Bang hasta el Universo que hoy observamos son aún poco conocidos. En este proyecto se estudiará el bosón de Higgs se acopla con las otras partículas elementales y se buscará posibles evidencias de Nueva Física.
12	Towards a global effective-field-theory fit. From data to interpretation: LHC results (top quark and Higgs boson) and other experiments.	Maria Moreno Llácer & Marcel Vos	maria.moreno@ific.uv.es, marcel.vos@ific.uv.es	FNyP	In the absence of a concrete New-Physics (NP) discovery, model-independent parameterizations are an important tool to describe the impact of NP effects on physical observables. Recent data from the Large Hadron Collider (LHC) have allowed to perform global EFT (effective field theory) fits of the top, Higgs and electrow-weak sectors. Exploring the interplay between high-energy measurements from colliders and low-energy constraints from several experiments is one of the most promising directions and will be the focus of this work.
13	The Higgs boson and the top quark as portals to new physics.	Maria Moreno Llácer & Luca Fiorini	maria.moreno@ific.uv.es, fiorini@ific.uv.es	FNyP	One of the main focus of the experiments at the Large Hadron Collider (LHC) is to probe the couplings of the Higgs boson (the particle that gives mass to the other fundamental particles) to all elementary particles. Among them, the two most relevant couplings are the interaction with top quarks (the heaviest elementary particle) and with itself (to probe Higgs potential). New and novel measurements to probe such couplings are now possible thanks to CERN/LHC data and the objective of this MSc thesis. Sophisticated analysis tools (including machine learning) will be explored.
14	Use of deep learning generative models for Monte Carlo event simulation in the context of LHC experiments	Roberto Ruiz de Austri, José Salt	r.ruiz@ific.uv.es, Jose.Salt@ific.uv.es	FNyP	We propose the use of Deep Learning generative models as fast Monte Carlo events generators and detector simulators in the Large Hadron collider context. In particular we would explore several new physics scenarios and compare the performance of existing state of the art deep learning techniques.
15	Searching for ultra-long-lived particles with the MATHUSA experiment at the LHC	Emma Torró Pastor	emma.torro@ific.uv.es	FNyP	After years of LHC data, no clear evidence of new physics has been found. Long-lived particles (LLP), predicted in many BSM theories, may have lifetimes long enough for them to decay outside the LHC detectors, being invisible to them and hence impeding their discovery. The MATHUSA experiment has been proposed as a detector for ultra-long-lived particles, to be built on the surface above the LHC and to take data during the HL-LHC phase. Being on the surface, cosmic rays will be a very important source of background. In this TFM we will use Geant 4 to simulate the MATHUSA detector and estimate the rate of cosmic rays that may fake a LLP signature in the MATHUSA experiment.
16	Multi-messenger astronomy with neutrino telescopes	Francisco Salesa, Juan Palacios	sagreus@ific.uv.es	FNyP	Astronomical observations have been traditionally done with visible light. Apart from photons, the recent observations of other messengers, like neutrino or gravitational waves, has opened the possibility of using them to explore the Universe in what is known as multimessenger astronomy. The underwater neutrino telescopes ANTARES and KM3NeT are currently taking data and actively participating in these multimessenger observations. The goal of this project will be to study the capabilities of KM3NeT/ORCA to simultaneously detect neutrinos and gamma rays or gravitational waves from transient sources such as GW170817.
17	Search for sources of cosmic neutrinos	Agustín Sánchez, Sergio Alves	agustin.sanchez@ific.uv.es	FNyP	The discovery of neutrinos coming from cosmic sources has opened a new window to explore the Universe. Now the challenge is to identify which are these sources. The underwater neutrino telescopes ANTARES and KM3NeT are currently taking data and will help to not only determine the sources but also to characterize them. The goal of this project will be to search for neutrino sources using real data already collected.
18	Searching for new physics with neutrino telescopes	Juan Zúñiga Román	zuniga@ific.uv.es	FNyP	Los telescopios de neutrinos submarinos como ANTARES y KM3NeT permiten explorar la posibilidad de nueva física más allá del Modelo Estándar. La búsqueda de interacciones no estándar de los neutrinos, su hipotética desintegración o la posibilidad de que existan familias estériles pueden abordarse a partir de las oscilaciones de neutrinos atmosféricos. El objetivo del TFM consistirá en contribuir a una de estas medidas que actualmente se están llevando a cabo en el telescopio de neutrinos KM3NeT/ORCA
19	TBD	Carlos Mariñas, Marcel Vos	cmarinas@ific.uv.es, vos@ific.uv.es	FNyP	
20	Exploring new signatures from long-lived particles in the ATLAS detector	Emma Torró Pastor, Paolo Sabatini	emma.torro@ific.uv.es, Paolo.Sabatini@ific.uv.es	FNyP	Long-lived particles (LLP), predicted in many BSM theories, produce highly unconventional signatures in the LHC detectors to which the standard searches for new physics have very low sensitivity. In this project we will explore scenarios leading to LLPs that have not been currently covered by specific searches in ATLAS and CMS and will define a strategy to increase the sensitivity to these models in the near future.
21	Búsqueda de materia oscura en el telescopio de neutrinos KM3NeT	Rebecca Gozzini, Juande Zornoza	gozzini@ific.uv.es, zornoza@ific.uv.es	FNyP	La búsqueda de materia oscura es uno de los objetivos científicos más interesantes de los telescopios de neutrinos. El reto de dificultad que es la materia oscura sigue abierto y estos instrumentos presentan ventajas específicas respecto a otras búsquedas. El objetivo del trabajo es estudiar la capacidad del detector KM3NeT para dichas búsquedas, revisando las predicciones teóricas de diversos modelos.
22	El detector NEXT-100 para la búsqueda de neutrinos de Majorana	Neus López, Justo Martín-Albo	neus.lopez@ific.uv.es, justo.martin-albo@ific.uv.es	FNyP	NEXT-100 es una cámara de proyección temporal (TPC) de xenón a presión con 100 kg de masa activa. A partir del próximo año, el detector buscará la desintegración doble beta sin neutrinos del isótopo Xe-136 en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc. El descubrimiento de dicho proceso radiactivo demostraría que los neutrinos son partículas de Majorana; es decir, idénticas a sus antipartículas. El objetivo del trabajo es contribuir a la puesta a punto del detector, caracterizando su comportamiento con la ayuda de simulaciones y de datos del propio NEXT-100 y NEXT-Demo, su prototipo a pequeña escala instalado en el IFIC.
23	Búsqueda de nueva física en el Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE)	Anselmo Cervera, Justo Martín-Albo	anselmo.cervera@ific.uv.es, justo.martin-albo@ific.uv.es	FNyP	DUNE es un nuevo experimento de física de neutrinos en construcción en los Estados Unidos que permitirá medir con precisión el fenómeno de las oscilaciones de neutrinos y buscar nueva física más allá del Modelo Estándar. En este TFM estudiaremos la sensibilidad de DUNE a procesos de nueva física (e.g. la desintegración del protón o de neutrinos estériles pesados) con la ayuda de simulaciones y de datos de ProtoDUNE (el prototipo de DUNE tomando datos en el CERN).
24	Dark sector searches with NA64 experiment at CERN	Laura Molina Bueno	laura.molina@ific.uv.es	FNyP	The origin of Dark Matter remains one of the biggest mysteries in particle physics. The existence of Dark Sectors (DS) weakly coupled to the Standard Matter is an exciting possibility to explain it. NA64 is a fixed target experiment using high energy electron and muon beams from the CERN SPS accelerator devoted to DS searches. Last summer the experiment resumed data taking and the TFM will focus on the analysis of the accumulated data.
25	TBD: Top-Quark and Higgs boson physics at present and future colliders	Maria Moreno, Adrián Irlés	maria.moreno@ific.uv.es, adrian.irlés@ific.uv.es	FNyP	El quark top y el bosón de Higgs han sido las dos últimas partículas predichas por el modelo estándar que han sido descubiertas en experimentos de aceleradores de partículas (Tevatron y LHC). Estos dos aceleradores son del tipo colisionador hadrónico, diseñados para maximizar la posibilidad de descubrimientos de nuevas partículas. Otro tipo de aceleradores son los de tipo colisionador leptónico (LEP, Higgs Factories, etc...) cuyos diseños se hacen para maximizar la física de precisión. Debido a sus peculiaridades (gran masa del quark top, naturaleza única del bosón de Higgs con respecto a los demás bosones asociados a interacciones, el fuerte acoplamiento entre el bosón y el quark, etc) medir las propiedades de estas dos partículas es de especial interés. Uno de los procesos más relevantes a estudiar son los procesos en los que se produce en el estado final un par top-antitopo en conjunción con un bosón de Higgs. El TFM estará orientado a evaluar la complementariedad de los estudios medidos relacionadas con estas partículas en presentes colisionadores hadrónicos (LHC-ATLAS) y en futuros colisionadores leptónicos (ILC-CILC).

26	Exploring the top-Higgs connection at the LHC with tau leptons	Ximo Poveda	Joaquin.Poveda@ific.uv.es	FNP	Este TFM usará los datos del experimento ATLAS en las medidas la sección eficaz de producción quarks top en asociación con el bosón de Higgs (ttH) en el caso que el bosón de Higgs se desintegra a dos leptones tau, con especial interés en el caso en el que el bosón de Higgs se produce con gran momento transversal. Este TFM incluirá el desarrollo de algoritmos de análisis multivariante para mejorar la sensibilidad de los resultados.
27	Exploring the top-Higgs connection at the LHC with light leptons	Ximo Poveda	Joaquin.Poveda@ific.uv.es	FNP	Este TFM usará los datos del experimento ATLAS en las medidas la sección eficaz de producción quarks top en asociación con el bosón de Higgs (ttH) en estados finales con varios leptones ligeros (electrones, muones). Este TFM incluirá desarrollo de algoritmos de análisis multivariante para aumentar la sensibilidad de los resultados y mejorar la separación entre los diferentes modos de desintegración del bosón de Higgs.
28	Artificial Intelligence applied to pulse discrimination in neutron detectors	Jose L. Tain, Sonja Orriago, Javier Balibrea	tain@ific.uv.es	FNP	Los neutrones son una parte crítica del fondo residual en experimentos de muy bajo fondo en laboratorios subterráneos en diversos campos como la búsqueda de propiedades de neutrinos, la búsqueda de materia oscura o la astrofísica nuclear. Los tubos proporcionales de 3He constituyen uno de los mejores detectores para caracterizar campos de neutrones de muy baja intensidad, estando limitados por el fondo intrínseco del propio detector (radiactividad de los materiales y descargas eléctricas). Sin embargo dado su principio de funcionamiento los diversos pulsos eléctricos producidos tienen formas distinguibles. En el TFM se desarrollarán algoritmos basados en técnicas de Machine Learning para discriminarlos y se aplicarán a datos tomados en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc.
29	DUNE Light Collector Studies in the VUV spectra range	Nadia Yahlali, Anselmo Cervera	nadia.yahlali@uv.es, anselmo.cervera@ific.uv.es	FNP	The Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE) is a leading-edge international experiment for neutrino science and proton decay studies, aimed at answering several fundamental questions about the nature of matter and the nature and role of neutrinos in the universe. A beam of neutrinos will be sent from Fermilab (US) to a giant scale detector, installed more than a kilometer underground at the Sanford Underground Research Laboratory (Lead, South Dakota), 1300 kilometers downstream of the neutrino source. The FD, based on the Liquid Argon TPC technology, will be instrumented with a complex light collection system based on SiPMs, which will record the scintillation light produced by charged particles, allowing the measurement of the event time, energy and topology. The TFM work will focus on the characterization of the light collector components (materials and SiPMs) in the deep ultraviolet spectral range. This implies measurements in the laboratory and simulations that will allow the understanding and optimization of the DUNE light collection system. The student will have the opportunity to use advanced equipments as a vacuum monochromator and a deuterium lamp, able to produce a light beam with a well-defined wavelength, down to 110 nm.
30	Mapas térmicos con precisión de una milésima de grado en DUNE	Anselmo Cervera	acervera@ific.uv.es	FNP	DUNE es un experimento de nueva generación dedicado mayormente a la Física de neutrinos, pero con capacidades para estudios de desintegración del protón y nueva Física. Un haz de neutrinos producido en Fermilab, cruzará 1300 km de tierra firme hasta incidir en un detector de 40 kilotoneladas útiles de Argón Líquido, situado a 1.5 km de profundidad en una antigua mina de oro. Un mapa 3D de la temperatura del argón líquido en los 15x15x60 m ³ de cada uno de los cuatro módulos que forman el detector es crucial para garantizar su correcto funcionamiento, además de una correcta calibración para la Física. La precisión en la medida de este mapa de temperaturas debe ser cercana a la milésima de grado. El TFM propuesto se engloba en el contexto del I+D+I de un novedoso sistema de medición de temperaturas basado en la reflexión de la luz en fibras ópticas. Pese a que este tipo de sistema ya se han utilizado en otros campos, la resolución necesaria en DUNE jamás ha sido alcanzada.
31	Predicción de tormentas solares mediante inteligencia artificial	Carlos Escobar, Verónica Sanz	carlos.escobar@ific.uv.es, veronica.sanz@uv.es	FNP y TED	En las últimas décadas, nuestra sociedad se ha vuelto más interdependiente y compleja que nunca. En este contexto, muchas de las estructuras tecnológicas más relevantes de nuestro planeta, como pueden ser las redes de comunicación o de distribución de energía, pueden ser muy vulnerables a los efectos de la actividad solar (erupciones solares y eyecciones de masa coronal), los cuales pueden provocar importantes perturbaciones, interrupciones e incluso daños a largo plazo en estas infraestructuras críticas terrestres, con drásticos impactos sociales, económicos e incluso políticos. El trabajo consistirá en aplicar técnicas avanzadas de inteligencia artificial para predecir corrientes geomagnéticas inducidas por tormentas solares.
32	Characterizing phase transitions using synchrotron x-ray diffraction	Daniel Errandonea	daniel.errandonea@uv.es	FOTO	In this TFM project will use synchrotron-based x-ray diffraction to characterize pressure-induced phase transition in complex oxides. The student will study the influence of pressure in the crystal structure, taking part in experiments and data analysis. Crystal structure will be determined using the Rietveld method.
33	Physics of Excitons in 2D Materials Heterostructures	Alejandro Molina and Alberto García	alejandromolina@uv.es, alberto.garcia@uv.es	FOTO	The TFM project will use ab initio methods to calculate the excitonic properties of 2D materials and van der Waals heterostructures. The student will investigate in influence of the spin-orbit interaction and in the charge transfer in heterostructures.
34	Gravitational waves from Inflation	Daniel Figueroa	daniel.figueroa@ific.uv.es	TEO	El fondo de ondas gravitacionales inflacionario puede ser observado directamente por interferómetros como el Einstein Telescope si se hubiera propagado a través de una época en el universo primitivo con ecuación de estado cumpliendo ciertos requisitos. Analizaremos cuales son esos requisitos para garantizar la observabilidad de la señal.
35	Parameter extraction in Long-Lived Particle Signatures	José Zurita	zurita@ific.uv.es	TEO	Long-Lived particles appear in theories addressing the big puzzles of the Standard Model (dark matter, neutrino masses, naturalness problem, strong-CP, baryon asymmetry). The goal of this project is to study the expected accuracy of a putative signal in the HL-LHC run, and its possible interpretations.
36	Reinterpretation of disappearing track searches at current and future colliders	José Zurita	zurita@ific.uv.es	TEO	Disappearing tracks are a distinctive signature of compressed / feeble interacting dark sectors. The current project aims at reinterpreting the ATLAS and CMS results in a large class of dark sector scenarios, and also make a rough estimation of the reach of the next generation of colliders (e.g. FCC, CEPC, ILC)
37	Di-Higgs and Dark Matter at the LHC	José Zurita	zurita@ific.uv.es	TEO	The current project aims to construct viable models of dark matter featuring the novel di-Higgs plus missing energy signature, and study the complementarity and interplay between standard collider "MET" searches, direct detection and indirect detection.
38	An effective field theory for electroweak baryogenesis through a massive scalar singlet	Jorge Portolés Ibáñez	Jorge.Portoles@ific.uv.es	TEO	A hypothetical physical process in the early universe which is able to generate the observed asymmetry between baryons and anti-baryons is called baryogenesis. The electroweak standard model is not able to fulfill the necessary conditions to provide the asymmetry observed in our Universe. We will explore the features of an extension of the Standard Model that can provide an appropriate baryogenesis.
39	Accidental symmetries of the Standard Model: An Effective Field Theory approach	Juan Herrero García, John Gargalionis	juan.herrero@ific.uv.es	TEO	The Standard Model of particle physics, in addition to its gauge structure, has several accidental symmetries. In this project, we will study the cases of the lepton number and baryon number symmetries. In particular, their violation can be systematically studied using an effective field theory approach. The violation of lepton number in two units is responsible for Majorana neutrino masses, while the violation of the baryon and lepton numbers gives rise to nucleon decays. The phenomenological consequences of different higher dimensional operators will be studied. In particular, future prospects of Hyper-Kamiokande for proton decay searches will be analysed.
40	The Euler-Heisenberg effective action: light-by-light scattering	Jorge Portolés Ibáñez	Jorge.Portoles@ific.uv.es	TEO	We will study the concept of Effective Field Theory with one well known example: the Euler-Heisenberg Lagrangian. The determination of this lagrangian will be carried out through different procedures that dwell in a better knowledge of quantum field theory: the path-integral formalism and the Schwinger method. We will also consider applications of this effective theory.
41	Black hole evaporation, revisited	Alessandro Fabbri and Jose Navarro-Salas	afabbri@ific.uv.es, jnavarro@ific.uv.es	TEO	We will analyze simplified one-loop models describing the evaporation of black holes. We will study Hawking radiation and the backreaction problem in the mean-field approximation. The standard evaporation paradigm will be revisited.
42	QFT in an inflationary universe	José Navarro-Salas and Silvia Pla	jnavarro@ific.uv.es	TEO	QFT in curved spacetime and, in particular, in a rapidly expanding universe, provides the mechanism driving primordial perturbations which seeded the tiny fluctuations in temperature observed in the cosmic microwave background. We will revise this topic focusing in infrared divergences and their potential impact on the anomalous features observed at large angular scales in the CMB.
43	Quantum corrections to the Schwarzschild metric	José Navarro-Salas, P. Beltrán-Palau, S. Nadal	jnavarro@ific.uv.es	TEO	We will study quantum corrections to the Schwarzschild metric due to pure vacuum polarization effects. We will focus on the modification of the spacetime geometry in the vicinity of the classical horizon and its physical consequences.
44	Quantum effects in acoustic black holes	Alessandro Fabbri	afabbri@ific.uv.es	TEO	We will review the gravitational analogy, for which a transonic fluid (acoustic black hole) is found what a black hole is for light, and the basics of QFT in curved spacetimes. We will consider a specific acoustic black hole configuration and compute Hawking's (quantum) phonons creation.
45	Matter-antimatter asymmetry from quantum oscillations	Pilar Hernández, Stefan Sandner	m.pilar.hernandez@uv.es, stefan.sandner@ific.uv.es	TEO	Neutrinos could be their own antiparticle, and if so this opens the door to the generation of the dominance of matter over antimatter in the universe (leptogenesis) via quantum oscillation effects in the early universe. This TFM will explore how neutrino properties and leptonic CP violation affect this mechanism.
46	Neutrino masses and origin of matter-antimatter asymmetry	Claudia Hagedorn	claudia.hagedorn@ific.uv.es	TEO	In this project, we will explore possible connections between two tantalising observations, namely the overwhelming dominance of matter over antimatter in our Universe and the smallness of neutrino masses. We will study how the matter-antimatter asymmetry of the Universe may be explained in different types of neutrino mass models. Particular emphasis will be on models where the smallness of neutrino masses is due to quantum effects.
47	Interacción de mesones encantados	Raquel Molina Peralta	Raquel.Molina@ific.uv.es	TEO	Estudiar la posible generación dinámica de resonancias con doble encanto (estados de tetraquark o molécula) a partir de la interacción de dos mesones D ⁺ (*) dentro de un formalismo basado en la ecuación de Bethe-Salpeter. Investigar que implicaciones tiene sobre los posibles estados ligados D ⁺ D ⁺ * la nueva observación del LHC del estado Tcc ⁺ cerca del umbral de DD ⁺ *
48	Physics-integrated algorithms in machine learning	Veronica Sanz	veronica.sanz@uv.es	TEO	Machine Learning (ML) is usually approached as a data-driven approach to achieve a high level of predictive power. But this power comes with a downside, the blackbox nature of ML predictions which make it extremely difficult to interpret or human-understand the results. In this project we will explore a different approach to ML, where physics models and ML are integrated together. We will study how this integration leads to more robust and interpretable results than canonical ML algorithms.
49	Pion-axion scattering in the early universe	Pilar Hernández, Jorge Baeza-Ballesteros	m.pilar.hernandez@uv.es, jorge.baeza@ific.uv.es	TEO	Axions are predicted in extensions of the Standard Model that can solve the strong CP problem and could explain dark matter. In this work we study some properties of axions in the early universe related to the strong interactions.
50	Leptogenesis, transiciones de fase y ondas gravitacionales	Gabriela Barenboim , Oscar Vives	gabriela.barenboim@uv.es, oscar.vives@uv.es	TEO	The spontaneous breaking U(1) _{B-L} around the scale of grand unification can simultaneously account for leptogenesis, and neutrino masses, thus resolving two major puzzles of particle physics and cosmology in a single theoretical framework. The phase transition also may result in a stochastic background of gravitational waves that excites current pulsar timing bounds, but features a flat spectrum with amplitude at interferometer frequencies. Ongoing and future LIGO observations will hence probe the scale of such a breakine.
51	Física de Precisión en el Gran Colisionador de Hadrones del CERN: Incluir el canal de desintegración a neutrinos del bosón vectorial Z en el canal de producción W + W - Z.	Francisco Campanario	Francisco.campanario@ific.uv.es	TEO	Los procesos de producción que involucran tres bosones gauge, VVV, con V ∈ {Z,W [±] } en el Gran Colisionador de Hadrones (LHC) son de gran relevancia puesto que permiten poner a prueba los fundamentos del Modelo Estándar (SM) de partículas, ya sea como señal, dando acceso a una medida directa de los acoplamientos de gauge cuánticos, o como señal de fondo de innumerables procesos en el marco de teorías más allá del SM. En el LHC no se detectan los W y Z directamente, sino los productos de su desintegración, por ejemplo, el electrón y positrón del proceso Z → e ⁺ e ⁻ . En este trabajo se propone incluir la desintegración del bosón Z a neutrino anti-neutrino (Z → νν) en el proceso de producción W W Z en el generador de Monte Carlo VBFNLO. El programa VBFNLO es un programa escrito en Fortran capaz de simular una gran lista de procesos relevantes para la comunidad científica experimental y teórica del LHC a orden subdominante. Tiene una estructura altamente modular por lo que permite calcular nuevos procesos de forma eficiente. En este trabajo partiendo del canal previamente calculado en el que el bosón vectorial Z se desintegra a un par de leptones cargados, Z → e ⁺ e ⁻ , tendremos que programar el proceso análogo en el que el Z se desintegra a Z → νν y obtener con el mismo secciones eficaces y distribuciones de probabilidad.
52	Física de Precisión en el Gran Colisionador de Hadrones del CERN: Incluir el canal de desintegración a neutrinos del bosón vectorial Z en el canal de producción ZZ.	Francisco Campanario	Francisco.campanario@ific.uv.es	TEO	Los procesos de producción que involucran tres bosones gauge, VVV, con V ∈ {Z,W [±] } en el Gran Colisionador de Hadrones (LHC) son de gran relevancia puesto que permiten poner a prueba los fundamentos del Modelo Estándar (SM) de partículas, ya sea como señal, dando acceso a una medida directa de los acoplamientos de gauge cuánticos, o como señal de fondo de innumerables procesos en el marco de teorías más allá del SM. En el LHC no se detectan los W y Z directamente, sino los productos de su desintegración, por ejemplo, el electrón y positrón del proceso Z → e ⁺ e ⁻ . En este trabajo se propone incluir la desintegración del bosón Z a neutrino anti-neutrino (Z → νν) en el proceso de producción ZZ en el generador de Monte Carlo VBFNLO. El programa VBFNLO es un programa escrito en Fortran capaz de simular una gran lista de procesos relevantes para la comunidad científica experimental y teórica del LHC a orden subdominante. Tiene una estructura altamente modular por lo que permite calcular nuevos procesos de forma eficaz equacione trabajo partiendo del canal previamente calculado en el que el bosón vectorial Z se desintegra a un par de leptones cargados, Z → e ⁺ e ⁻ , tendremos que programar el proceso análogo en el que el Z se desintegra a Z → νν y obtener con el mismo secciones eficaces y distribuciones de probabilidad.

53	Física de Precisión en el Gran Colisionador de Hadrones del CERN: Incluir el canal de desintegración a neutrinos del bosón vectorial Z en el canal de producción $WZ\gamma$.	Francisco Campanario	Francisco.campanario@ific.uv.es	TEO	Los procesos de producción que involucran tres bosones gauge, WWV , con $V \in (Z, W^{\pm})$ en el Gran Colisionador de Hadrones (LHC) son de gran relevancia puesto que permiten poner a prueba los fundamentos del Modelo Estándar (SM) de partículas, ya sea como señal, dando acceso a una medida directa de los acoplamientos de gauge cuánticos, o como señal de fondo de innumerables procesos en el marco de teorías más allá del SM. En el LHC no se detectan los W y Z directamente, sino los productos de su desintegración, por ejemplo, el electrón y positrón del proceso $Z \rightarrow e^+e^-$. En este trabajo se os propone incluir la desintegración del bosón Z a neutrino anti-neutrino ($Z \rightarrow \nu \bar{\nu}$) en el proceso de producción $WZ\gamma$ en el generador de Monte Carlo VBFNLO. El programa VBFNLO es un programa escrito en Fortran capaz de simular una gran lista de procesos relevantes para la comunidad científica experimental y teórica del LHC a orden subdominante. Tiene una estructura altamente modular por lo que permite calcular nuevos procesos de forma eficiente. En este trabajo partiendo del canal previamente calculado en el que el bosón vectorial Z se desintegra a un par de leptones cargados, $Z \rightarrow \ell^+\ell^-$, tendréis que programar el proceso análogo en el que el Z se desintegra a $Z \rightarrow \nu \bar{\nu}$ y obtener con el mismo secciones eficaces y distribuciones de probabilidad
54	Noisy quantum walks at the era of NISQ	Armando Pérez, Pablo Arnault	Armando.Perez@uv.es	TEO	Quantum walks (QWs) can be used theoretically as discretizations of the Dirac equation, which describes the motion of relativistic quantum particles of matter. In practice, QWs can be implemented with quantum technologies and hence be used as actual quantum simulators (i.e., specifically, possibly analog rather than digital, quantum computers) for, in particular, the simulation of fundamental physics dynamics. Currently, however only NISQ (noisy intermediate scale quantum) computers are available – and this still for some time ahead of us –, and so we ought to study the effect of noise on these machines. It is known that the effect of temporal noise on QWs leads to diffusion, while the effect of spatial noise leads to localization, and combining both leads to diffusion. However, there is still work to be done on the continuum-limit descriptions of such noisy models, on short, mid, and long time scales, and this is the purpose of the present proposal. We expect to find models of diffusion, but also of noisy Dirac equations.