

## Especialidad

Física Teórica  
Astrofísica  
Física Nuclear y de Partículas  
Fotónica

TEO  
ASTRO  
FNyP  
FOTO

## PROPUESTAS TRABAJO FIN DE MASTER EN FÍSICA AVANZADA (Curso 2022-2023)

PROPUESTAS TRABAJO FIN DE MASTER EN FÍSICA AVANZADA (Curso 2022-2023)					
Núm	Tema	Tutores	Email de contacto	Especialidad	Breve descripción (máx 300 caracteres)
1	Modeling and simulation of topological photonic devices	Albert Ferrando	albert.ferrando@uv.es	FOTO	Topological photonics is currently one of the most active areas in photonics research. It introduces sophisticated concepts from mathematics into the realm of photonic applications. In this work, the goal is to model numerically photonic devices whose performance is based on the topological properties of the propagation of light. The work will be properly framed in the present research context and it will allow the student to make interesting connections to other part of physical phenomena such as those present in condensed matter or particle physics.
2	Interferómetro láser adaptativo con doble cristal fotorrefractivo	Adolfo Esteban Martín	adolfo.esteban@uv.es	FOTO	El objetivo principal de este trabajo experimental es implementar un interferómetro adaptativo utilizando un láser visible y cristales no lineales de tipo fotorrefractivo, que puede ser empleado para para medidas de fase de señales ópticas suprimiendo variaciones lentas (fluctuaciones de aire, temperatura, etc). En más detalle, se investigará una combinación usando dos cristal fotorrefractivos, como por ejemplo cristales de SBN y BaTiO <sub>3</sub> , que permita obtener una alto grado de adaptabilidad del sistema, bombeado por un láser single-frequency de alta calidad espectral y espacial. Este trabajo también involucra la toma de medidas empleando diferente instrumentación, como powermeters, fotodetectores o cámaras CCD y el correspondiente análisis de las señales detectadas.
3	Detection of High-energy Neutrinos of Galactic Origin with the ANTARES Neutrino Telescope	Francisco Salesa Greus	sagreus@ific.uv.es	FNyP	The sources of the most energetic cosmic rays in our Galaxy are unknown. Even if the most likely candidates have been determined, thanks to gamma-ray observations with experiments like HAWC, we need high-energy neutrino observations to unambiguously identify them. In this TFM we propose to study the capabilities of ANTARES for the detection of extended Galactic sources based on HAWC observations.
4	Búsqueda de materia oscura en el telescopio de neutrinos KM3NeT	Rebecca Gozzini y 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 dilucidar qué 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.
5	Técnicas de Machine Learning aplicadas a la selección de neutrinos de alta energía en KM3NeT para la detección de fuentes cósmicas	Agustín Sánchez Losa	Agustin.Sanchez@ific.uv.es	FNyP	Durante la presente década los telescopios de neutrinos están próximos a contribuir a esclarecer los mecanismos de producción de rayos cósmicos en fuentes astrofísicas. El objetivo principal del proyecto que se propone consiste en aplicar técnicas de Machine Learning (BDTs, etc) a los datos acumulados por el telescopio de neutrinos KM3NET para mejorar la selección de datos para la detección de fuentes de neutrinos cósmicos de alta energía, así como aprender y conocer las investigaciones en física de astropartículas y técnicas de instrumentación.
6	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.
7	Espectroscopia de núcleos exóticos vía desintegración beta	Sonja Orrigo	sonja.orrigo@ific.uv.es	FNyP	El objetivo del trabajo consiste en estudiar la estructura de núcleos exóticos ricos en protones. Estos núcleos se encuentran lejos de la estabilidad, por eso para estudiarlos se necesita crearlos en el laboratorio. Una vez creados, estos núcleos se desintegran casi inmediatamente por emisión beta y subsecuente emisión de protones y rayos gammas. Durante el trabajo el estudiante analizará datos de experimentos de desintegración beta realizados en el marco de una colaboración internacional en laboratorios tales como, por ejemplo, GANIL (Francia) y RIKEN (Japón). Desde el análisis de los datos el estudiante puede obtener información importante e interesante sobre la estructura del núcleo exótico y su desintegración, como la vida media y el esquema de niveles poblados, caracterizando además los protones y los rayos gammas emitidos en intensidad y energía.

8	Particle identification and isomer spectroscopy of heavy neutron-rich nuclei	Anabel Morales	aimolo@ific.uv.es	FNyP	En 2021 hicimos un experimento dentro de la colaboración BRIKEN (RIBF, Japón) en el que produjimos nuevas especies nucleares más allá del tercer pico de abundancia del proceso r (con $N > 126$ ). La idea principal de este trabajo es investigar, mediante técnicas de IA, nuevas metodologías para identificar y separar sin ambigüedad los distintos estados de carga electrónica que los núcleos de interés adquieren a lo largo del espectrómetro magnético BigRIPS. El trabajo se completará con el estudio y caracterización, aplicando técnicas de espectroscopía gamma, de estados isoméricos en alguno de esos núcleos.
9	Desarrollo de nuevos algoritmos para el detector FANDANGO	Anabel Morales	aimolo@ific.uv.es	FNyP	FANDANGO (Fast Active Nuclear Detector Array for Nucleosynthesis studies and in vivo proton range verification) será un implantador de velos con dos funciones principales: (1) proporcionar una respuesta rápida para realizar medidas de desintegración beta y estructura de núcleos ricos de neutrones en instalaciones de fragmentación en vuelo y (2) estudiar la posible mejora de la precisión en la determinación en tiempo real del rango de los protones en tratamientos de protonterapia. La persona que realice este Trabajo de Fin de Máster se encargará de una de las siguientes tareas: (1) desarrollar métodos analíticos o de redes neuronales que aplicará en simulaciones para reconstruir con gran precisión el punto de emisión de la partícula beta expulsada por el núcleo exótico implantado en FANDANGO o (b) un algoritmo de reconstrucción de la distribución de neutrones secundarios producidos en la interacción del haz primario de protones para la verificación del rango de protones en tratamientos de protonterapia. Mediante simulaciones Monte-Carlo, tratará de definir marcadores apropiados para verificar en tiempo real dicho rango.
10	Mejora de la Sensibilidad de la Búsqueda de Nueva Física en ATLAS (CERN) mediante métodos de Deep Learning	Santiago González de la Hoz y Jose Salt Cairós	Santiago.gonzalez@ific.uv.es; jose.salt@ific.uv.es	FNyP	Durante estos años se han realizado búsquedas de resonancias $t\bar{t}b\bar{b}$ en el experimento ATLAS del CERN. El objetivo de este trabajo es mejorar la sensibilidad de dichas búsquedas mediante la aplicación de métodos de Deep Learning tanto en el proceso de clasificación de la señal y las fuentes de ruido como en la utilización de modelos generativos para disponer de mayor estadística de datos simulados con un bajo coste computacional.
11	Física del quark top en el experimento ATLAS del CERN	Santiago González de la Hoz y Miguel Villaplana	santiago.gonzalez@ific.uv.es; miguel.villaplana@ific.uv.es	FNyP	El acelerador LHC es una factoría de quark tops, el quark más pesado del modelo estándar. Es interesante estudiar sus propiedades para verificar el modelo estándar y para la búsqueda de nueva física. Se utilizará para el análisis los datos provenientes del Run2 del experimento ATLAS del CERN.
12	Triggering for long-lived particles in the ATLAS detector using machine and deep learning	Emma Torró Pastor y Santiago González de la Hoz	emma.torro@ific.uv.es; santiago.gonzalez@ific.uv.es	FNyP	Long-lived particles are predicted in many theoretical scenarios beyond the Standard Model, like for example Hidden Sectors, some Supersymmetry scenarios or Heavy Neutral Leptons. The highly unconventional signatures they leave in the detector makes it very difficult for them to be selected by the trigger system. This is the first step in the ATLAS data filtering chain, which means that if a long-lived particle is created at the LHC collisions but no efficient trigger is in place to detect it, we might be missing a discovery.  In this project the student will use Monte Carlo simulations to develop an optimized trigger selection to increase the efficiency in the search for displaced jets. Several possibilities will be tested, from a selection combining a displaced jet together with a Standard Model object to the use of machine learning techniques for a better identification of the displaced jet at the trigger level.
13	GRETA tomografía dinámica.	Kiko Albiol	kiko@ific.uv.es	FNyP	Gamma REconstruction Tomography, son técnicas de tomografía dinámica de radiación gamma que permiten la reconstrucción de la dosis radiactiva con precisión en entornos dinámicos. Los sistemas de respuesta de estos dispositivos, desarrollados en la industria nuclear, permiten realizar de forma dinámica y autónoma medidas en entornos no preparados (no de laboratorio). El trabajo se centrará en aspectos que tienen relevancia en imagen médica, imagen molecular y que son de especial interés en la mejora de la clasificación de residuos, así como en la mejora de tratamientos diagnósticos basados en imagen molecular. Las tareas se especializarán en los métodos de cuantificación y evaluación de estas técnicas.
14	Testing the Standard Model gauge structure using photons and jets at the LHC	Josu Cantero y Salvador Martí	jcantero@cern.ch, salvador.marti@ific.uv.es	FNyP	The Standard Model is a non-abelian gauge theory which predicts quite specific interactions between electroweak gauge bosons, such as, Z, W and photon. The couplings between these particles are strongly determined by the gauge invariance of the model; therefore, deviations from the predictions are insights of physics beyond the Standard Model. In this work, we will study the production of photon processes via electroweak boson couplings with the ATLAS detector in proton-proton collisions at the LHC.
15	Artificial intelligence-based techniques to identify top jets at the LHC.	Josu Cantero	jcantero@cern.ch	FNyP	Machine learning can be used to identify jets coming from boosted hadronically decaying top quarks. The machine allows to fully exploit the differences in jet substructure expected between a top and light-quark jets to successfully identify top jets by constructing the so-called top taggers. In this work, a top tagger algorithm based on machine learning techniques will be developed using the information provided by the ATLAS detector in proton-proton collisions at the LHC.

16	Perspectivas de observar la producción de pares de bosones de Higgs con datos de ATLAS del LHC y del High-Luminosity LHC	Luca Fiorini	fiorini@ific.uv.es	FNyP	La producción de pares de bosones de Higgs es un fenómeno íntimamente relacionado con la estabilidad del vacío y la nueva física más allá del Modelo Estándar. Su observación uno de los grandes hitos que quedan por descubrir en la física de altas energías. Los experimentos ATLAS y CMS han reanudado la toma de datos del colisionador LHC y están haciendo progresos impresionantes en la búsqueda de la producción de pares de bosones de Higgs. El proyecto utilizará los datos y simulación del experimento ATLAS para analizar las perspectivas de hallar la producción de pares de bosones de Higgs así como predicha por el Modelo Estándar, y evaluar posibles escenarios alternativos de física más allá del Modelo Estándar.
17	Characterization of ultra-fast scintillation detectors for real-time treatment monitoring in proton therapy	Fernando Hueso González	fernando.hueso@ific.uv.es	FNyP	The student will undertake the work at the IRIS group ( <a href="http://ific.uv.es/iris">http://ific.uv.es/iris</a> ). This group works in hadron therapy treatment monitoring both with Compton cameras as well as with coaxial photon counting. We propose the student to be part of this developments, specifically in the experimental characterization of ultra-fast scintillation detectors and data analysis. Good programming skills in C++ / Python / Linux / ROOT are welcome.
18	Towards a global effective-field-theory fit. From data to interpretation: LHC results (top quark and Higgs boson) and other experiments.	Maria Moreno Lácer & 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 electro-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.
19	Estudio de la interacción de radiación con nanopartículas de oro en GEANT4 para mejorar la eficiencia de las terapias contra el cáncer basadas en protones.	Nuria Fuster, Daniel Esperante	nuria.fuster@ific.uv.es, daniel.esperante@uv.es	FNyP	Las partículas metálicas de alto número atómico han demostrado su potencial para aumentar la eficacia de los protones en tratamiento contra el cáncer. Sin embargo, esta técnica aún no se utiliza a nivel clínico debido a que no se entienden los mecanismos subyacentes a nivel físico, químico y biológico. El objetivo principal de este Trabajo de Máster, concierne la parte física y propone analizar la interacción de un haz de protones con nanopartículas de oro. El estudiante tendrá que realizar simulaciones de este fenómeno físico con el código GEANT4 (código tipo Monte-Carlo para estudiar la interacción radiación-materia).
20	Caracterización y optimización un sistema de imagen gamma para experimentos de astrofísica nuclear y aplicaciones médicas	Jorge Leredegui y Javier Balibrea	jorge.leredegui@ific.uv.es, javier.balibrea@ific.uv.es	FNyP	i-TED es un innovador sistema de detección e imagen gamma basado en cuatro cámaras Compton que ha sido desarrollado en el IFIC (UV/CSIC) dentro del proyecto HYMNS-ERC. Este detector explota la técnica de imagen Compton para mejorar la sensibilidad de detección en experimentos de captura neutrónica de alta relevancia para el proceso-s de nucleosíntesis estelar. La capacidad de imagen gamma de i-TED ha permitido transferir esta tecnología al ámbito de las aplicaciones médicas. En concreto, este detector ha sido utilizado recientemente en experimentos que buscan verificar mediante imagen gamma el rango de los protones para mejorar la efectividad de los tratamientos de protonterapia. En este contexto, el trabajo propuesto para este TFM se centra en la caracterización y optimización del setup final de i-TED, que ha sido recientemente completado e instalado en el laboratorio del IFIC. Entre otros aspectos, se estudiarán y optimizarán la resolución energética y la respuesta temporal del sistema con el objetivo de potenciar las capacidades de i-TED para las aplicaciones anteriormente mencionadas.
21	Real-time reconstruction and selection of long-lived particles in the LHCb detector	Izaak Sanderswood, Fernando Martinez Vidal	izaac@ific.uv.es, fernando.martinez@ific.uv.es	FNyP	The Standard Model of particle physics is our best description of physics at the smallest scales. However, it is incomplete. Beyond the Standard Model theories attempt to complete it by predicting new particles and interactions. These could appear in our current detectors in the form of new long lived particles, or if known particles behave in unexpected ways. The LHCb tracking system extends up to 8.5 m forward from the point where protons collide, making it an excellent tool for long lived searches and analysis. In this project, the student will be introduced to long lived particle physics, develop cut-based and machine learning selections for long lived decays in LHCb in real time, and analyse LHCb simulated data to investigate the sensitivity to novel signatures.
22	Developing artificial intelligence algorithms for new physics discoveries at LHCb	Arantza Oyanguren, Luismi García	Arantza.Oyanguren@ific.uv.es	FNyP	In the last decade searches for new particles beyond the SM have been extensively performed at the LHC experiments ATLAS, CMS and LHCb. No new signals have been found and the exclusion range has been widened. Nevertheless, many of the theoretical extensions of the Standard Model predict that the new particles could have long lifetimes. These Long-Lived Particles (LLPs) would escape from being detected in the experiments because they do not hit the first trackers and they are not selected by the trigger systems. In this work we will develop new artificial intelligence algorithms to be implemented in the LHCb trigger system, which can be crucial for discovering LLPs in the coming years.
23	Applying Artificial Intelligence for the search of neutrinoless double beta decay	Neus López March	neus.lopez@ific.uv.es	FNyP	Experimental discovery of neutrinoless double beta decay would provide insights into the matter/antimatter asymmetry of the Universe. The NEXT experiment is searching for this decay in Xe-136 using a high pressure xenon gas time projection chamber with electroluminescent amplification. We will explore the potential of using deep learning techniques to classify signal and background events.

24	Reconstruction of neutrino interactions in liquid and gaseous argon TPCs	Justo Martín-Albo	justo.martin-albo@ific.uv.es	FNyP	An extensive R&D program is ongoing to find the best detector designs for the DUNE neutrino oscillation experiment. A good understanding of the detector response to neutrino interactions is crucial for the success of oscillation measurements. Various low-energy particles are produced in such interactions. For example, the weak interactions of anti-neutrinos on nucleons can lead to baryons with strangeness (hyperons) in the final state, while such a mechanism is suppressed for neutrinos. Using simulations for neutrino interactions, we aim at characterizing the detector capabilities of time projection chambers (TPC) filled with liquid or gaseous argon.
25	Temperature profile of LAr DUNE Far Detector and its impact on particle detection.	Nadia Yahlali, Anselmo Cervera	nadia.yahlali@ific.uv.es, anselmo.cervera@ific.uv.es	FNyP	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 Far Detector (FD) based on the Liquid Argon TPC technology, will be instrumented with a complex cryogenic temperature monitoring system (TMS) to ensure a comprehensive temperature mapping of the detector and stable measurements conditions. The TFM work will focus on the participation in the characterization and calibration of the TMS in the laboratory and the simulation of the temperature profile in the LAr FD prototype and its impact on the particle detection.
26	Efficient deep ultraviolet light detection in the DUNE experiment	Anselmo Cervera, Justo Martín-Albo	acervera@ific.uv.es jmalbos@ific.uv.es	FNyP	DUNE constituye el siguiente mega-proyecto en Física de Altas energías después del LHC. El haz de neutrinos más potente del mundo atravesará 1300 Km de la corteza terrestre hasta llegar a un detector de enormes dimensiones, situado a 1500 m de profundidad en una antigua mina de oro abandonada. El estudiante participaría en el I+D para el sistema de detección de fotones de este detector, que se llevaría a cabo en el IFIC con un sofisticado equipamiento para medidas ópticas y electrónicas. Las tareas a realizar incluyen la simulación con Geant4 de diversos montajes experimentales, la puesta en práctica de estos, la toma de datos y el análisis de los mismos. También se contempla una eventual instalación de este sistema en los prototipos a gran escala del CERN.
27	Search for secondary stopping kaons in the DUNE prototypes at CERN	Jose Soto, Anselmo Cervera	j.soto@cern.ch acervera@ific.uv.es	FNyP	Large scale prototypes of the DUNE experiment took test beam data at CERN from 2018. A new phase of data taking with improved detectors is foreseen for 2023. The student will participate on the analysis of that data, with special emphasis on the search for secondary stopping kaons, whose signature is very relevant for proton decay studies. Advanced analysis techniques will be used and comparison with monte-carlo simulations will be performed.
28	NEXT-100: towards the neutrinoless double beta decay search at the LSC	Pau Novella	pau.novella@ific.uv.es	FNyP	The goal of the NEXT collaboration is the sensitive search of the neutrinoless double beta decay of $Xe^{136}$ at the Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC). The observation of such process would imply the Majorana nature of neutrino masses, one of the major open topics in the field of particle physics. The NEXT-100 detector is being installed in the LSC and will offer the first competitive search of the neutrinoless double beta decay with the novel technology of NEXT: an electroluminescent high-pressure gas-Xe TPC. In this TFM, the student will participate in the commissioning and calibration of the NEXT-100 detector, learning about world-leading experimental techniques as well as data analysis approaches typically used in underground experiments.
29	The running bottom quark mass and the Higgs boson	Toni Pich, Marcel Vos	marcel.vos@ific.uv.es	FNyP + TEO	In the Standard Model of particle physics, the parameters of the Lagrangian are "running constants" that depend on the scale at which they are evaluated. The scale evolution of the strong coupling is experimentally well established. Also the running of quark masses has been observed with differing degrees of confidence by several experiments. In this work we review the experimental evidence for this effect and study the experimental and theoretical limitations. We develop the determination of the bottom quark mass further taking advantage of recent Higgs boson decay data rates measured by the ATLAS and CMS experiments at the LHC.
30	Precise QCD predictions for the Higgs boson width at the LHC	Leandro Cieri	lcieri@ific.uv.es	FNyP + TEO	One of the most important associated parameters to the Higgs boson (besides its mass) is its width (related to its lifetime). Very recently, the first precise measurements of this parameter appeared in literature by the ATLAS and CMS collaborations at the LHC (Large Hadron Collider). Therefore precise theoretical predictions are required in order to match the high quality data already taken at the LHC.
31	Precise theoretical determination of the W boson mass at the LHC	Leandro Cieri	lcieri@ific.uv.es	FNyP + TEO	Recent estimations of the W boson mass (mW) are in tension regarding the Standard Model predictions. In this work we propose a novel determination of the Electro Weak effects present in the mW determination though the ratio between the transverse momentum of the Z and W bosons.
32	Quantum machine learning for Standard Model/ Beyond the Standard Model signal discrimination	Leandro Cieri	lcieri@ific.uv.es	FNyP + TEO	Recently a novel method for SM/BSM signal discrimination based on machine learning was proposed in literature. It is based on the most precise Standard Model prediction for the diphoton background. In this work we will explore the possibility to apply Quantum Machine Learning to solve this problem, improving also the Standard Model description with the use of state of the art theoretical calculations. The same technique can be applied to jet clustering problems and event classification.

33	TBD	Olga Mena	omena@ific.uv.es	TEO	Neutrinos of astrophysical and cosmological origin have been crucial for unraveling neutrino masses and properties. Solar neutrinos provided the first evidence for neutrino oscillations, and hence massive neutrinos. The detection of supernova (SN) neutrinos can also provide constraints on the neutrino mass, on the neutrino lifetime and on the neutrino spectrum, among many others. In this Master Thesis we shall focus on the constraints on the former neutrino properties by exploiting the neutrino events from a future core-collapse SN explosion at the DUNE and Hyper-Kamiokande far detectors.
34	Characterizing the inflationary and post-inflationary eras of our universe	Francisco Torrentí	f.torrenti@uv.es	TEO	In this work we will study the process of inflation and reheating of the universe. Inflation is a period of accelerated expansion of the early universe, which developed in the 1980s as a solution to the problems of homogeneity and flatness of classical cosmology. In the simplest models, inflation is generated by a scalar field called "inflaton", whose potential must fulfill certain characteristics. Inflation is followed by a process of reheating, during which the energy of the inflaton must be transferred to other fields.
35	The gravitational wave background from cosmological inflation	Daniel G. Figueroa	daniel.figueroa@ific.uv.es	TEO	We will compute the production of gravitational waves from quantum vacuum fluctuations during cosmological inflation, improving the current computation available in the literature. The majority of the work will consist in analytical derivations, together with some numerical evaluations of ordinary differential equations with packages like Mathematica.
36	New Physics searches with precision neutrino measurements	Martín González-Alonso	martin.gonzalez@ific.uv.es	TEO	Precision experiments reveal precious information about new particles that might be too heavy to be produced at high-energy colliders such as the LHC. An interesting example is that of neutrino experiments, which can be considered part of the precision program thanks to the arrival of new detectors and techniques. Using Effective Field Theory methods one can compare and combine these many searches. The goal of this master thesis is to study the discovery potential of one illustrative experiment, such as the recent pioneering detection of reactor neutrinos using coherent elastic neutrino-nucleus scattering.
37	Reinterpretation of disappearing track searches at current and future colliders	José Zurita	jzurita@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).
38	Di-Higgs and Dark Matter at the LHC	José Zurita	jzurita@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.
39	Parameter extraction in Long-Lived Particle Signatures	José Zurita	jzurita@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.
40	Noisy quantum walks at the era of NISQ	Armando Pérez	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. Currently, however, only noisy quantum computers are available, and so we ought to study the effect of noise on these quantum-simulation schemes. By doing so, we expect to explore models of relativistic diffusion for temporal noise, and of localization for spatial noise.
41	Extra-dimensional extensions of the SM	Andrea Donini	donini@ific.uv.es	TEO	One of many possible extensions of the SM, aiming at solving some of its open problems, is its embedding in a space-time with more than 3+1 dimensions. Several different frameworks to do this exist, each of them with specific features that can be tested at the LHC and at other experiments. Understanding the origin of neutrino masses in these scenarios and, possibly, linking it with the nature of Dark Matter, will be the main goal to be pursued during this research.
42	Regresion simbolica para obtener leyes de comportamiento con la ayuda de Deep Learning	Veronica Sanz	veronica.sanz@uv.es	TEO	La tarea de determinar cual es la mejor ecuacion que describe un fenomeno en Fisica fundamental suele ser guiada inicialmente por intuicion fisica y, a posteriori, por primeros principios. Sin embargo, hay sistemas cuya ecuacion no conocemos, porque nuestras herramientas habituales no son aplicables, y querriamos determinar. Hoy en dia, gracias al uso de tecnicas de deep learning asociadas a la interpretacion del lenguaje natural, esta tarea se puede sistematizar. En este proyecto el estudiante aprenderá tecnicas de deep learning en el analisis de lenguaje humano, las aplicará a sistemas cuya ecuacion es conocida, y finalmente las pondrá en funcionamiento para sistemas aparentemente complejos cuya ecuacion, si existe, no conocemos.

43	Quantum fields in black hole spacetimes.	Adrián del Rio Vega	adrian.rio@uv.es	TEO	Recent observations in cosmology and astrophysics have accessed the regime where the non-linear aspects of General Relativity are important. The dynamics of the gravitational field can excite and stimulate quantum fluctuations of matter and radiation which are necessary to explain some experimental data, such as the origin of anisotropies in the CMB. Besides this, the study of these quantum effects allows a better understanding of the foundations of Quantum Field Theory and, in particular, the role played by the vacuum state in the theory. The goal of this project is to learn techniques from Quantum Field Theory in Curved Spacetime and to apply them to study the behaviour of quantum fields around the horizons of black holes. The work will require analytical computations as well as numerical/symbolic calculations with Mathematica and xAct.
44	Generalized Effective Actions from Higher-order Legendre transforms	Jorge Portolés	Jorge.Portoles@ific.uv.es	TEO	Effective actions provide the one-particle irreducible contributions to Green functions contributing to dynamical processes described by an action functional. Higher-order Legendre transforms are able to provide generalized effective actions that generate two-, three-...etc particle irreducible contributions, i.e. effective actions that not only depend on the average fields but also of two-, three-, ...etc -point Green functions. This feature allows the study of non-perturbative aspects in Quantum Field Theory. Here, I propose to study this construction and apply it to a toy model in order to obtain the two-particle irreducible effective action. Hence we can obtain their equations of motion and study their solution.
45	Quantum effects in acoustic black holes and backreaction	Alessandro Fabbri	afabbri@ific.uv.es	TEO	We will review the equivalence between the propagation of sound in an inhomogeneous flow (under certain conditions) and that of a massless scalar field in a curved background. By considering acoustic black hole background configurations, we will study quantum effects (Hawking radiation), similarly to what is done in gravity, and consider the problem of evaluating how the quantum effects modify the background itself (backreaction problem).
46	Dark matter freeze-in production in multicomponent scenarios	Giacomo Landini, Juan Herrero Garcia	giacomo.landini@ific.uv.es, juan.herrero@ific.uv.es	TEO	One fourth of the energy density of the universe is composed of non-baryonic matter, generically known as Dark Matter (DM). As the simplest DM models are challenged by the lack of experimental evidence, it is crucial to investigate new directions. Freeze-in is an intriguing DM production mechanism which relies on the assumption that DM particles are so feebly coupled to the Standard Model sector that they never reach thermal equilibrium in the Early Universe. A systematic study of the dynamics of a generic dark sector, with multiple stable DM particles (multicomponent DM), in the context of freeze-in production, is still missing. In this master thesis we will study the evolution of the DM abundance, assuming that all (or at least some of) the DM particles are produced through freeze-in, focusing on the interplay among the different states and the possible phenomenological implications.
47	VBFNLO: Precision Physics at NLO in the LHC era	Francisco Campanario	francisco.campanario@ific.uv.es	TEO	Los procesos de producción que involucran tres bosones gauge, $VVW$ , 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 cuárticos, 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 $W+W-Z$ 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, $Z \rightarrow e^+e^-$ , 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.
48	VBFNLO: Machine Learning to detect new physics signals	Francisco Campanario	francisco.campanario@ific.uv.es	TEO	Los procesos de producción que involucran dos bosones gauge, $VV$ , 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 dando acceso a una medida directa de los acoplamientos de gauge triples. Física más allá del SM (BSM) se pueden parametrizar teóricamente via operadores de mayor dimensión que introducen desviaciones en los observables físicos. Estas desviaciones pueden llegar a ser muy altas en regiones concretas del espacio físico. En este trabajo se propone utilizando metodos de "machine learning" construir un programa que busque y optimice las regiones del espacio físico más sensibles a física más allá del SM en el marco del programa VBFNLO para los procesos de produccion $pp \rightarrow VV$ en el LHC.

49	Dark Sectors at NA64	Valentina De Romeri y Laura Molina Bueno	deromeri@ific.uv.es, laumobue@ific.uv.es	TEO + FNyP	Understanding the nature of dark matter (DM) is among the most pressing puzzles in particle physics. A plethora of particle candidates have been proposed to explain the observed DM content of the Universe, and many of them appear in scenarios which suggest the presence of a dark sector comprised of Standard Model gauge singlet states with feeble interactions to the visible sector. A fixed-target experiment like NA64 is ideally suited to search for dark sector physics, exploiting an active beam dump technique combined with missing energy approach from the reaction of high-energy electrons and muons scattering on heavy nuclei. We will explore possible signatures of dark sector particles at NA64, for instance light DM in a vector-portal scenario or axion-like particles, exploiting the most recent data.
50	Gravitational-Wave and Axion Electrodynamics	Camilo García Cely	camilo.garcia@ific.uv.es	TEO + FNyP	In close analogy with axion dark matter, gravitational waves induce electromagnetic signals close to static magnetic (or electric) fields. This allows to adapt experiments originally developed for axions to search for high-frequency gravitational waves. Roughly speaking, the master thesis will consist of proposing methods to identify whether a potential signal arises from an axion or a gravitational wave.
51	Estudio de la geolocalización de un sistema de haloscopios para la detección de axiones de materia oscura en el espectro de microondas	Benito Gimeno	benito.gimeno@uv.es	TEO + FNyP	Estudio y diseño de un sistema de haloscopios distribuidos en diferentes puntos de la Tierra, básicamente variando la latitud entre ellos. Empleando las actuales técnicas de interferometría desarrolladas en el campo de la Radioastronomía, queremos analizar el comportamiento de las señales recibidas por este sistema de haloscopios para integrar de forma adecuada la señal del campo axiónico de materia oscura ubicado en el halo galáctico de la Vía Láctea. La idea es explorar varias bandas de frecuencia para diseñar la situación más óptima en términos de la relación señal-ruido detectada, campo magnético, sensibilidad, etc.
52	Interpretable deep learning to detect new physics phenomena in LHC data	Roberto Ruiz de Austri	rruiz@ific.uv.es	TEO + FNyP	Deep neural networks are known for their ability to solve classification and regression problems in real-world situations. However, due to their black-box nature, it is often difficult to understand the prediction results of deep models. Here we propose to exploit recent developments that provide theoretical insights into the results of deep learning algorithms in the discovery of new physical phenomena in the Large Hadron Collider data.
53	Removal of astrophysical signals from the Cosmic Microwave Background with deep learning computer vision	Roberto Ruiz de Austri	rruiz@ific.uv.es	TEO + FNyP	Cosmic microwave background experiments can measure many key cosmological parameters to great precision. To achieve this in practice, foreground contamination from astrophysical signals must be removed with comparable accuracy. However we do not have a precise model of the foreground. We propose to use deep learning computer vision models to create a model that can reproduce the foregrounds.