FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física Teórica
Título:	Física estadística de las Máquinas de Boltzmann
Title:	Statistical Physics of Boltzmann Machines
Tutor/es:	Beatriz Seoane Bartolomé
E-mail tutor/es:	beseoane@ucm.es
Número de plazas:	3
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El objetivo principal de estos trabajos es analizar en profundidad el funcionamiento de las RBMs, tanto desde una perspectiva práctica como desde el marco conceptual de la física estadística. Se ofertarán tres trabajos distintos, cada uno centrado en una aplicación específica entre bioinformática, neurociencia o medicina, con el fin de estudiar cómo estos modelos aprenden distribuciones de datos complejas en contextos reales.

En todos los casos, se prestará especial atención al efecto que los procedimientos de muestreo de Monte Carlo ejercen sobre la calidad de los modelos aprendidos. En particular, se pretende caracterizar las transiciones de fase de aprendizaje que emergen durante el entrenamiento y explorar su utilidad para extraer información relevante de las bases de datos asociadas a cada aplicación, interpretando los modelos mediante herramientas de la física estadística.

Metodología:

La metodología combinará implementación computacional y análisis numérico. Se desarrollará en Python un programa para entrenar RBMs orientadas a la generación de imágenes, estudiando el impacto de la convergencia (o no) al equilibrio de los muestreos de Monte Carlo en la aparición de efectos de memoria del modelo. Asimismo, se introducirán y aplicarán técnicas básicas de interpretación para analizar la información codificada por los modelos aprendidos.

Bibliografía:

[1] A Decelle, C Furtlehner, B Seoane, Advances in Neural Information Processing Systems 34, 5345-5359 (2021)

[2] D Bachtis, G Biroli, A Decelle, B Seoane, Advances in neural information processing systems 37, 55591-55619 (2024).

[3] A Decelle, AJ Navas Gómez, B Seoane, Physical Review Letters 135 (20), 207301 (2025).

[4] A Decelle, B Seoane, L Rosset, Physical Review E 108 (1), 014110 (2023).

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física Teórica
Título:	Representación de estados cuánticos de muchos cuerpos mediante RBMs
Title:	Representation of many-body quantum states using RBMs
Tutor/es:	Beatriz Seoane Bartolomé
E-mail tutor/es:	beseoane@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El primer objetivo de este trabajo será reproducir, mediante implementación propia, un enfoque variacional basado en máquinas de Boltzmann restringidas (RBMs) para la representación de estados cuánticos de muchos cuerpos, validando su capacidad para describir estados fundamentales de modelos de espines. A partir de esta base, se analizarán en detalle los mecanismos de aprendizaje del modelo, con especial atención al papel del muestreo de Monte Carlo en la optimización variacional y su influencia en la calidad de la función de onda obtenida. Finalmente, se explorarán posibles extensiones a modelos más profundos y se comparará con otros métodos de representación.

Metodología:

La metodología combinará implementación en Python y análisis numérico de resultados. Se desarrollará un código para entrenar RBMs a la manera variacional, estudiando el efecto de la convergencia al equilibrio de los muestreos de Montecarlo en la calidad de la función de onda aprendida. Finalmente, se explorarán extensiones a arquitecturas más profundas y su impacto en la capacidad de representación.

Bibliografía:

[1] A Decelle, C Furtlehner, B Seoane, Advances in Neural Information Processing Systems 34, 5345-5359 (2021).
[2] G Carleo, M Troyer, Science 355 (6325), 602-606 (2017).
[3] Carleo, G., Nomura, Y., & Imada, M. Nature communications, 9(1), 5322. (2018).

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física Teórica
Título:	Física del Machine Learning
Title:	Physics of Machine Learning
Tutor/es:	Beatriz Seoane Bartolomé
E-mail tutor/es:	beseoane@ucm.es
Número de plazas:	3
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es estudiar las conexiones entre la física estadística de sistemas desordenados y los modelos modernos de machine learning. En particular, se analizarán redes neuronales y modelos generativos desde una formulación inspirada en la física de vidrios de espín y sistemas complejos.

El trabajo combinará una introducción teórica a conceptos como funciones de energía, paisajes de energía libre rugosos, transiciones de fase y dinámica fuera del equilibrio, junto con implementaciones numéricas sencillas de modelos de aprendizaje automático.

Dependiendo del perfil del estudiante, podrán abordarse diferente tipos de modelos, desde el perceptrón para la clasificación, modelos de memoria asociativa (redes de Hopfield) o modelos generativos como la Máquina restringida de Boltzmann.

Metodología:

La metodología del trabajo combinará una revisión bibliográfica de conceptos básicos de física estadística y machine learning con el estudio teórico de modelos sencillos de redes neuronales desde la perspectiva de física de sistemas desordenados. Además, se realizarán implementaciones computacionales y simulaciones numéricas utilizando Python o Julia, cuyos resultados serán analizados e interpretados desde una perspectiva física.

Bibliografía:

[1] Decelle, A. (2023). An introduction to machine learning: a perspective from statistical physics. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 631, 128154.

[2] Coolen, A. C., Kühn, R., & Sollich, P. (2005). Theory of neural information processing systems. OUP Oxford.

[3] Nishimori, H. (2001). Statistical physics of spin glasses and information processing: an introduction (No. 111). Clarendon Press.

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física Teórica
Título:	Materia Activa: ¿Quién es mi vecino en una superficie curva?
Title:	Active Matter: Who is my neighbour on a curved surface?
Tutor/es:	Daniel Matoz Fernandez
E-mail tutor/es:	dmatoz@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El objetivo general de este TFG es estudiar cómo la curvatura de una superficie modifica la dinámica colectiva de partículas activas con interacciones de alineamiento cuando dichas interacciones no son isotrópicas, sino que están restringidas a un cono de visión frontal.

El punto de partida será un modelo tipo Vicsek continuo sobre una superficie curva, en el que cada partícula se autopropulsa con velocidad constante y tiende a alinear su dirección de movimiento con la de sus vecinas. A diferencia del modelo estándar, en este trabajo una partícula solo interaccionará con aquellas vecinas que se encuentren dentro de una distancia de interacción y dentro de un ángulo de visión determinado. De esta forma se podrá estudiar de manera controlada el efecto de la percepción limitada sobre la formación, estabilidad y fragmentación de bandadas activas en geometrías curvas.

Este TFG busca responder una pregunta metodológica y física muy concreta: en una superficie curva, ¿la forma de definir quién interacciona con quién puede cambiar el estado colectivo de una bandada activa?

Metodología:

El estudiante trabajará con códigos de simulación ya existentes para partículas activas confinadas a superficies curvas. El modelo base consistirá en partículas autopropulsadas que se mueven con velocidad constante sobre una superficie bidimensional embebida en tres dimensiones. La orientación de cada partícula será transportada sobre la superficie y modificada por una interacción de alineamiento con sus vecinas.

Bibliografía:

1 T. Vicsek, A. Czirók, E. Ben-Jacob, I. Cohen and O. Shochet, Physical Review Letters 75, 1226 (1995).

2 E. D. Mackay, G. Janzen, D. A. Matoz-Fernandez and R. Sknepnek, Physical Review Research 8, 013172 (2026).

3 G. Janzen, E. D. Mackay, R. Sknepnek and D. A. Matoz-Fernandez, Soft Matter 22, 474–484 (2026).

4 R. Sknepnek and S. Henkes, Physical Review E 91, 022306 (2015).

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física Teórica
Título:	Ruptura de invariancia Lorentz local en gravedad y campos cuánticos
Title:	Violations of local Lotentz invariance in quantum fields and gravity
Tutor/es:	Mercedes Martín Benito, Luis Javier Garay Elizondo
E-mail tutor/es:	m.martin.benito@ucm.es, luisj.garay@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Este Trabajo de Fin de Grado explora la gravedad de Horava-Lifshitz, un modelo de gravedad cuántica que alcanza renormalizabilidad introduciendo una anisotropía espacio-temporal a altas energías. Esta aproximación implica la ruptura de la invariancia de Lorentz en el ultravioleta, generando naturalmente relaciones de dispersión modificadas. El proyecto analiza las implicaciones teóricas y fenomenológicas de estas relaciones de dispersión modificadas en el marco de la Teoría Cuántica de Campos. En concreto, se estudia cómo dichas correcciones de alta energía alteran la dinámica de los campos, los propagadores y las interacciones fundamentales. Finalmente, se evalúan sus posibles efectos observables en la cosmología actual.

Metodología:

Usando las técnicas propias de la teoría cuántica de campos en espaciotiempos curvos, se procederá a la realización de cálculos (principalmente analíticos) que respondan a las cuestiones planteadas. Además, se hará uso de la bibliografía recomendada, además de analizar el estatus actual a través de algunos artículos científicos sobre el tema.

Se recomienda haber cursado o estar cursando “Electrodinámica clásica”, “Campos Cuánticos”, “Relatividad General y Gravitación” y “Mecánica Cuántica”.

Bibliografía:

- A. Wang, Horava gravity at a Lifshitz point: A progress report, IJMP D26 (2017) 1730014. (arXiv:1701.06087)
- N.D. Birrell, P.C.W. Davies, Quantum fields in curved space, Cambridge University Press, 1982.
- V. Mukhanov, S. Winiktzki, Introduction to Quantum Effects in Gravity, CambridgeUniversity Press, 2007.
- R. Wald, Quantum field theory in curved spacetime and black hole thermodynamics, University of Chicago Press, 1994.
- Carroll, S. M. (2004). Spacetime and Geometry: An Introduction to General Relativity, Cambridge University Press, 2004

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física Teórica
Título:	Formalismo hamiltoniano en teorías de campos con frontera
Title:	Hamiltonian formalism in field theories with boundaries
Tutor/es:	Mercedes Martín Benito, Luis Javier Garay Elizondo
E-mail tutor/es:	m.martin.benito@ucm.es, luisj.garay@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Este Trabajo de Fin de Grado analiza la formulación hamiltoniana en teorías de campos definidas sobre dominios con fronteras. El estudio se centra en la construcción de observables bien definidos mediante el promediado (smearing) del campo y su momento con funciones de prueba de soporte compacto.

El objetivo principal es determinar las condiciones que deben cumplir los espacios funcionales de dichas funciones para garantizar que el álgebra de los corchetes de Poisson sea consistente. En particular, se examina cómo la presencia de bordes puede generar términos de superficie que afectan a la estructura simpléctica del sistema. Finalmente, se evalúan las consecuencias físicas de estas restricciones, analizando si la elección de los dominios funcionales impone limitaciones en las leyes de conservación o introduce nuevos grados de libertad en la frontera.

Metodología:

Usando las técnicas propias de la teoría clásica de campos en formalismo hamiltoniano, se procederá a la realización de cálculos (principalmente analíticos) que respondan a las cuestiones planteadas. Además, se hará uso de la bibliografía recomendada, además de analizar el estatus actual a través de algunos artículos científicos sobre el tema.
Se recomienda haber cursado o estar cursando “Electrodinámica clásica”, “Mecánica Teórica” y “Campos Cuánticos”.

Bibliografía:

- J. V. José, E. J. Saletan, Classical Dynamics, Cambridge University Press, 1998.
- H. Brezis, 2010 Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations Universitext (Springer New York)
- L Evans, 2010 Partial Differential Equations second edition ed Graduate studies in mathematics (American Mathematical Society)
- T. Regge and C. Teitelboim, 1974 Annals of Physics 88 286–318.
- J Fernando Barbero G et al, 2022 Phys. Scr. 97 125202.

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física Teórica
Título:	Teoría de la Información Cuántica y Computación Cuántica
Title:	Quantum Information and Quantum Computation
Tutor/es:	Miguel Angel Martin-Delgado
E-mail tutor/es:	mardel@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Hacer una introducción a la teoría de la información cuántica mostrando cuáles son los principios y relación con la mecánica cuántica y con la teoría de la información clásica. Estudiar protocolos y algoritmos relevantes como: teleportación cuántica, codificación densa, algoritmos de Grover y Shor. Perspectivas actuales para su desarrollo.

Metodología:

Reuniones periódicas con el alumno y estudio guiado de la bibliografía básica y fuentes en la red. Asistencia a seminarios organizados por el Grupo de Información y Computación Cuántica de la Facultad de CC. Físicas.

Bibliografía:

1) Physics World. Ejemplar de la revista de Marzo, 1998
2) "Information and Computation: Classical and Quantum aspects" Galindo, A., Martin-Delgado, M.A., Rev.Mod.Phys.74, 347 (2002)
3) "Quantum Computation and Quantum Information" Nielsen, M.A., I.L. Chuang, Cambridge Univ. Press 2000.

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física Teórica
Título:	Integrabilidad y superintegrabilidad en sistemas hamiltonianos
Title:	Integrability and superintegrability in Hamiltonian systems
Tutor/es:	Piergiulio Tempesta
E-mail tutor/es:	p.tempesta@fis.ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El objetivo del TFG consiste en el estudio de sistemas integrables y superintegrables en mecánica clásica y cuántica a partir de su formulación hamiltoniana. El estudiante se dedicará al análisis de las propiedades geométricas y algebraicas de modelos específicos, a la construcción de sus integrales primeras y simetrías y, en el caso clásico, al estudio de las órbitas de los sistemas considerados.

Metodología:

Estudio de artículos de introducción al tema.

Análisis de trabajos relacionados con los modelos concretos considerados.

Discusión de los resultados obtenidos, así como de posibles nuevas aportaciones.

Bibliografía:

W. Miller Jr, S. Post, P. Winternitz:. J. Phys. A: Math. Theor. **46** 423001 (2013)

E. G. Kalnins, J. M. Kress, W. Miller Jr., Separation of Variables and Superintegrability, IOP Publishing, Bristol, 2018

P. Tempesta, G. Tondo. Commun. Math. Phys. 389, 1647 (2023).

F. Tremblay, A.V. Turbiner, P. Winternitz. J. Phys. A: Math. Theor. **42** 242001 (2009)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física Teórica
Título:	Topological recursion in Quantum Field Theories
Title:	Topological recursion in Quantum Field Theories
Tutor/es:	Francesco Aprile
E-mail tutor/es:	faprile@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

El estudio de teorías de campos cuanticos está a la base de la fisica teorica moderna. En algunas teorias, ciertos observables admiten una descripcion en terminos de observables en random matrix models y pueden calcularse sistemáticamente o de forma exacta. En este trabajo el/la estudiante empezará un camino gradual de conocimiento de estos metodos, en particular, lo que se llama “topological recursion”. Este camino se desarrollará en varias etapas, comenzando por la revisión bibliográfica de artículos científicos introductorio y de ejercicios teóricos focalizados, terminando con la discusión sobre cuestiones más avanzadas de análisis de funciones de correlación y sus propiedades en diferentes regímenes.

Metodología:

Se facilitará al estudiante acceso a la bibliografía relevante. Habrá reuniones periódicas, y paso a paso se le asignará al estudiante objetivos intermedios. La realización de estos puede necesitar el uso de programación de cálculo simbólico y numérico, por ejemplo en Mathematica. También se instruirá el/la estudiante sobre esto. Es muy recomendable haber cursado o estar cursando “Campos Cuánticos”.

Bibliografía:

https://arxiv.org/pdf/hep-th/0407261, B. Eynard, “Topological expansion for the 1-hermitian matrix model correlation functions.”

https://arxiv.org/pdf/hep-th/0101225, G. Akemann and P.H. Damgaard “Wilson Loops in N = 4 Supersymmetric Yang-Mills Theory from Random Matrix Theory”

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física Teórica
Título:	El monopolo de t'Hooft y el dyon de Julia-Zee
Title:	The t'Hooft monople and the Julia-Zee dyon
Tutor/es:	Francisco Navarro Lérida
E-mail tutor/es:	fnavarro@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

- Familiarización del alumno con los métodos numéricos empleados en la búsqueda de soluciones en teorías clásicas de campos.
- Estudio de la influencia de las condiciones de frontera en las propiedades de las soluciones. Particularización al monopolo de t'Hooft y al dyon de Julia-Zee.
- Análisis de las propiedades físicas a partir de los datos numéricos.

Metodología:

- Estudio de las referencias y la bibliografía básicas.
- Obtención variacional de las ecuaciones de campo en una teoría a partir de su densidad lagrangiana. Imposición de simetrías para su simplificación. Es recomendable tener conocimientos de Maple o Mathematica.
- Resolución numérica de las ecuaciones de campo.
- Elaboración de una memoria científica de los resultados obtenidos.
- Se recomienda haber cursado o estar cursando “Electrodinámica Clásica” y "Simetrías y Grupos en Física" (para el concepto de grupo gauge no abeliano).

Bibliografía:

- A. Jaffe and C. Taubes, Vortices and monopoles: structure of static gauge theories (1980).
- V. Rubakov, Classical theory of gauge fields (2002).
- G. ‘t Hooft, Nucl. Phys. B79, 276 (1974).
- B. Julia and A. Zee, Phys. Rev. D 11, 2227 (1975).
- M.K. Prasad and C.M. Sommerfield, Phys. Rev. Lett. 35, 760 (1975).
- U. Ascher, J. Christiansen, and R. D. Russell, Mathematics of Computation 33, 659 (1979).

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física Teórica
Título:	Aspectos matemáticos de geometría simpléctica en física cuántica
Title:	Mathematical aspects of symplectic geometry in quantum physics
Tutor/es:	José Alberto Ruiz Cembranos, Diego Voces Porteiro
E-mail tutor/es:	cembra@ucm.es, divoces@ucm.es
Número de plazas:	2
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

La formulación geométrica de la física, especialmente en el contexto del espacio de fases, ofrece herramientas profundas para reinterpretar los fundamentos de la teoría cuántica. En este trabajo se propone profundizar en la estructura simpléctica del espacio de fases que puede utilizarse para describir la teoría cuántica de campos.

Se prestará especial atención al papel que juegan las simetrías gauge, la estructura de los conmutadores en álgebras de Lie y las representaciones no canónicas del grupo de Poincaré y sus extensiones.

Dependiendo del estudiante, el trabajo se centrará en distintas formulaciones, como la de Wigner, la asociada al espacio de Segal–Bargmann, cuantización funcional, cuantización por deformación, etc.

Metodología:

Dentro de este proyecto, los alumnos trabajarán en la aplicación directa de los conceptos y técnicas impartidas en varias asignaturas obligatorias y de itinerario de grado asociadas a la física cuántica y la relatividad general. En este sentido, las asignaturas más relacionadas con el trabajo son las asignaturas optativas de cuarto: “Mecánica Teórica” y “Campos Cuánticos”, mientras que también son recomendables las asignaturas de “Coherencia Óptica y Láser”, “Relatividad General y Gravitación” y “Cosmología”. En particular, los estudiantes desarrollarán un trabajo fundamentalmente teórico sobre la formulación simpléctica de la mecánica cuántica.

Bibliografía:

[1] H. J. Groenewold, "On the Principles of elementary quantum mechanics", Physica,12 (1946)
[2] J. E. Moyal, "Quantum mechanics as a statistical theory", Proceedings of the Cambridge Philosophical Society, 45 (1949)
[3] H. Weyl, "Quantenmechanik und Gruppentheorie", Zeitschrift für Physik, 46 (1927)
[4] E. P. Wigner, "On the quantum correction for thermodynamic equilibrium", Phys. Rev. 40 (1932)
[5] Curtright, T. L.; Zachos, C. K. (2012). "Quantum Mechanics in Phase Space". Asia Pacific Physics

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física Teórica
Título:	Curvatura y percepción limitada: modelo de Vicsek con cono de visión
Title:	Curvature and limited perception: Vicsek flocks with vision cones
Tutor/es:	Daniel Matoz Fernandez
E-mail tutor/es:	dmatoz@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación por expediente

Objetivos:

El objetivo general de este TFG es estudiar cómo la curvatura de una superficie modifica la dinámica colectiva de partículas activas con interacciones de alineamiento cuando dichas interacciones no son isotrópicas, sino que están restringidas a un cono de visión frontal.

El punto de partida será un modelo tipo Vicsek continuo sobre una superficie curva, en el que cada partícula se autopropulsa con velocidad constante y tiende a alinear su dirección de movimiento con la de sus vecinas. A diferencia del modelo estándar, en este trabajo una partícula solo interaccionará con aquellas vecinas que se encuentren dentro de una distancia de interacción y dentro de un ángulo de visión determinado. De esta forma se podrá estudiar de manera controlada el efecto de la percepción limitada sobre la formación, estabilidad y fragmentación de bandadas activas en geometrías curvas.

El trabajo está pensado como un proyecto computacional sencillo e incremental. No se pretende construir un nuevo modelo general de materia activa, sino responder una pregunta concreta: ¿cómo cambia el alineamiento colectivo sobre una superficie curva cuando los agentes solo "ven" hacia delante

Metodología:

El estudiante trabajará con códigos de simulación ya existentes para partículas activas confinadas a superficies curvas. El modelo base consistirá en partículas autopropulsadas que se mueven con velocidad constante sobre una superficie bidimensional embebida en tres dimensiones. La orientación de cada partícula será transportada sobre la superficie y modificada por una interacción de alineamiento con sus vecinas.

Bibliografía:

1 T. Vicsek, A. Czirók, E. Ben-Jacob, I. Cohen and O. Shochet, Physical Review Letters 75, 1226 (1995).
2 E. D. Mackay, G. Janzen, D. A. Matoz-Fernandez and R. Sknepnek, Physical Review Research 8, 013172 (2026).
3 G. Janzen, E. D. Mackay, R. Sknepnek and D. A. Matoz-Fernandez, Soft Matter 22, 474 -484 (2026).
4 R. Sknepnek and S. Henkes, Physical Review E 91, 022306 (2015).

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Física Teórica
Título:	Introducción a la Información Cuántica y Computación Cuántica
Title:	Introduction to Quantum Information and Quantum Computation
Tutor/es:	Miguel Angel Martin-Delgado
E-mail tutor/es:	mardel@ucm.es
Número de plazas:	2
Asignación de TFG:	Asignación por expediente

Objetivos:

Realizar una introducción teórica a la información y computación cuánticas, explicando sus principios fundamentales y su relación con la computación clásica.
Poner en contexto el resultado de supremacía cuántica (de forma teórica) y realizar una simulación similar a menor escala.
Los estudiantes pueden elegir entre dos orientaciones:
-- Computación Cuántica.
-- Comunicación Cuántica.

Metodología:

Reuniones periódicas con el alumno y estudio guiado de la bibliografía básica y fuentes en la red.
Asistencia a seminarios organizados por el Grupo de Información y Computación Cuántica de la Facultad de CC. Físicas.

Bibliografía:

1) ‘‘Information and Computation: Classical and Quantum aspects’’ Galindo, A., Martin-Delgado, M.A., Rev. Mod. Phys. 74, 347 (2002)
2) ‘‘Quantum Computation and Quantum Information’’ Nielsen, M.A., I.L. Chuang, Cambridge Univ. Press 2000
3) ‘‘Elementary gates for quantum computation’’ Barenco, A., Bennet, C.H., Cleve, R. et al., Phys. Rev. A 52, 3457-3467
4) ‘‘Characterizing quantum supremacy in near-term devices’’ Boixo, S., Isakov, S.V., Smelyanskiy, V.N. et al., Nature Phys. 14, 595-600, 2018