



ANEXO I

EXCUSAN

Hernández Fernández, Francisco José
Lozano Rodríguez, Pedro
Maeso Fernández, Francisco
Martínez Olmo, Inmaculada

Martín-Orozco Santiago, M^a Elena
Nuño Sánchez, Maite
Pérez de los Ríos, Antonia

ASISTENTES:

Aguilar Sanchís, María Isabel
Alarcón García, Mariano
Alarcón Leal, Elena
Alias Linares, María Asunción
Baeza Caracena, Antonia
Berna Cánovas, José
Bernal Herrero, Eloy Gonzalo
Caballero Pérez, Antonio
Cutillas Borja, Daniel
Díaz Baños, Francisco Guillermo
Donaire González, Antonio
Dotsenko, Tetyana
Fernández Martínez, Enrique Josua
Flores Villaescusa, Javier
García Hernández, María del Pilar
Gil Rubio, Juan
Gómez Gómez, Elisa
Gómez Gómez, María
González Sánchez, Joaquín
Hernández Cifre, José Ginés
Hidalgo Montesinos, Asunción María
Jara López, Enrique
Laborda Ochando, Eduardo
Lagares Martínez, José Antonio
Llorens Pascual del Riquelme, Mercedes
López Belmonte, Francisco
López Cabanes, Antonio
López Leonardo, Carmen
Madrid Mateo, María Isabel
Marín Alcaraz, Darío
Marín Luna, Marta

Martínez Cuezva, Alberto
Martínez Lasheras, Darío
Martínez López, Carmen María
Martínez Ortíz, Francisco
Martínez Viviente, Eloísa
Máximo Martín, Fuensanta
Meseguer Zapata, Víctor Francisco
Montiel Morte, M^a Claudia
Montiel Salmerón, José Alberto
Navarro Piernas, José Antonio
Nieto Cerón, Susana
Ortega Retuerta, Álvaro
Ortiz Ruiz, Patricia
Ortuño Carrión, Ángel
Ortuño Sandoval, Juan Francisco
Pérez Belando, Alejandro
Poveda Lora, Sabrina
Rodríguez Hernández, Venancio
Ruíz López, José
Ruíz Meseguer, Francisco Javier
San Martín de Santos, María
Santana Lario, María Dolores
Sevilla Paños, Raquel
Soria Rodríguez, Miguel
Stapleton, Tyler Scott
Velasco López de los Mozos, Amparo
Verdú Conesa, Isidro
Vicente López, Consuelo
Víllora Cano, M^a Gloria
Zapata Arráez, Félix
Zapata Fernández, Fabiola



ACTIVIDADES ESTRATEGIA SALUD Y BIENESTAR-UM PRIMER CUATRIMESTRE 2022



Difusión

UNIVERSIDAD DE
MURCIA



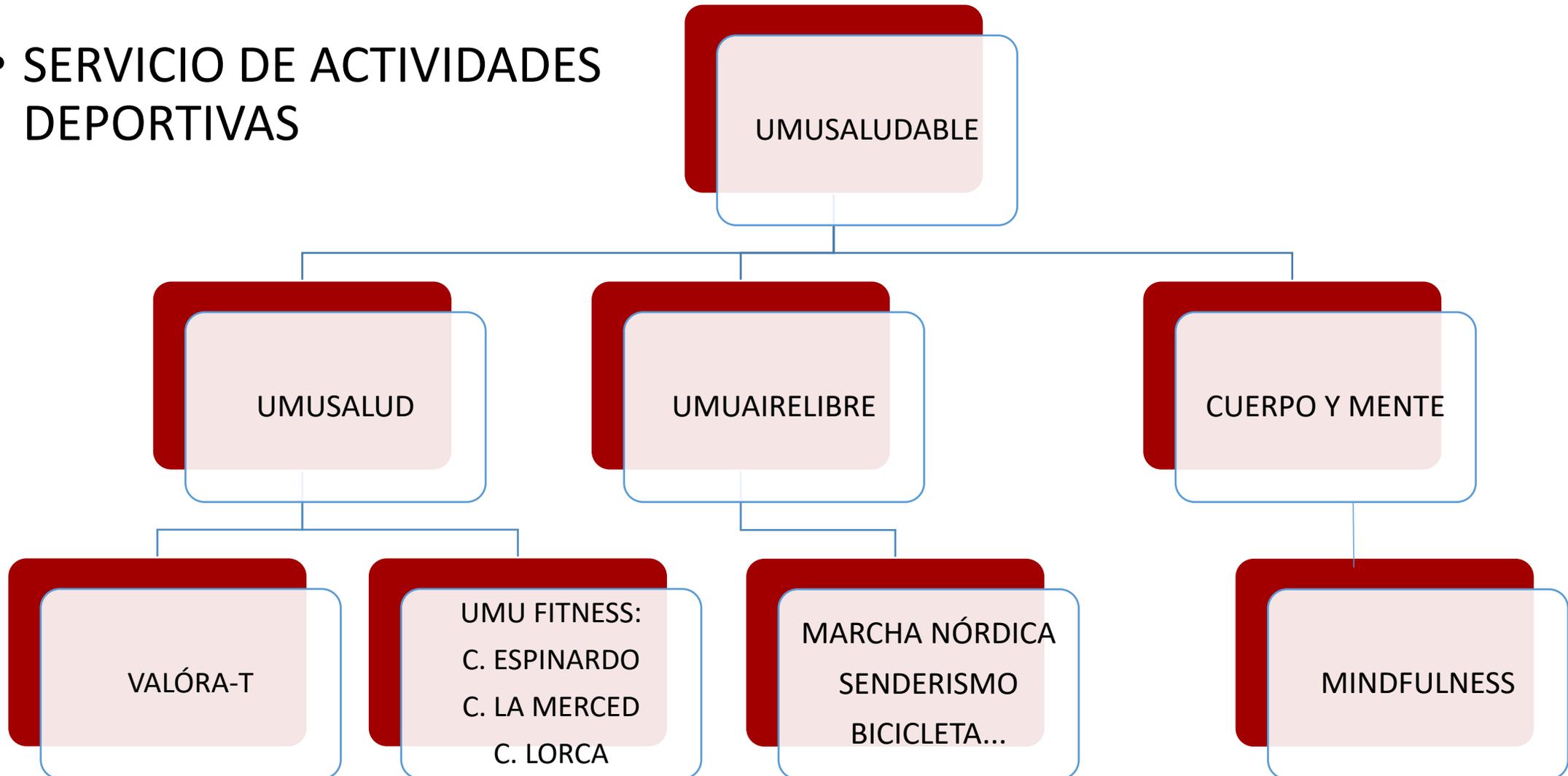
- Presentación de la ESB-UM a estudiantes (CSU-BUM)
- Celebración día Universidades Saludables
- Conferencia en Cámara de Comercio (bienestar en universidades)
- Entrevista en Suplemento Paraninfo
- Convocatoria dinamizadores centros (estudiantes)
- Presencia en Twitter e Instagram (ESB-UM)
- Creación de la página web [Portal Bienestar \(um.es\)](http://PortalBienestar.um.es)
- Colaboración en difusión encuesta M. Sanidad sobre salud mental estudiantado
- Proyecto europeo mejora salud física a través de la actividad física controlada



Actividad física



- SERVICIO DE ACTIVIDADES DEPORTIVAS



Formación, información y orientación



Mensajes saludables

Podcast
(4-estrés-ansiedad y exámenes)

Vídeos
(12-salud mental)

Comunicación

Relaciones tóxicas
(BUM)

Conversatorios salud
mental

Exposición
salud mental (BUM)

Orientación

Oficina REUPS-
biopsicosocial
(adicciones)

Formación

Hábitos saludables
(sueño: alimentación,
activ. Física, gestión
emocional)





Salud física y mental

Estrecha colaboración de Vigilancia Salud con la ESB-UM

Guía consejos enfermedades silenciosas

Atención Psicológica

Factores psicosociales

Programa Intervención RR Psicosociales

Plan desconexión digital

Estudio puestos trabajo

Formación

Incorporación de contenidos de salud en plan de formación institucional



Alegaciones del equipo decanal de la Facultad de Química a la propuesta del Docentium v.8 (I)

Contextualización

En la introducción al documento aparecen afirmaciones que contextualizan el desarrollo de los indicadores y baremos.

- Es necesario que exista un Docentium en la UMU.

“En el actual ordenamiento del sistema universitario español la garantía de la capacitación y competencia del profesorado descansa en las universidades y, en consecuencia, éstas deben desarrollar procedimientos para la valoración de su desempeño, así como para su formación y estímulo, garantizando su cualificación y competencia docente.”

- Objetivos del Docentium en la UMU.

“El programa de apoyo a la evaluación de la actividad docente del profesorado universitario (DOCENTIA), tiene como objetivo principal contribuir a la mejora de la calidad de la docencia y, de esta forma, contribuir a la mejora de los resultados de aprendizaje del estudiantado.”

- Evaluación individual sobre los méritos propios.

“Nuestro modelo considera la evaluación individualizada docente del profesorado lo que permitirá la elaboración de informes sobre sus méritos docentes a título individual, que serán una evidencia que podrá aportar como mérito de la calidad de su actividad docente, dónde les sea requerida o como mérito.”

- Definición de qué es actividad docente

“El programa DOCENTIA (ANECA, última actualización 20-05-2021) define la actividad docente como el conjunto de actuaciones, que se realizan dentro y fuera del aula, destinadas a favorecer el aprendizaje del estudiantado con relación a los objetivos y competencias definidas en un plan de estudios en un contexto institucional determinado. En consecuencia, la actividad docente implica la coordinación y gestión de la enseñanza a clase vacía, el despliegue de métodos de enseñanza, actividades de aprendizaje y de evaluación a clase llena, así como la posterior revisión y mejora de las actuaciones realizadas. Teniendo en cuenta esta definición, la actividad docente del profesorado incluye no sólo la actividad directa que realiza para la adquisición de



Desde 1940





competencias del estudiantado, sino que incluye además todas aquellas otras actividades que demuestran su compromiso con la calidad docente de los títulos en los que imparte docencia y con la de su institución, así como su implicación con el SAIC de su centro, entre las que se encuentra su contribución a la captación, orientación y tutela o la contribución a la formación transversal de los estudiantes y su colaboración en la gestión de la docencia y la calidad.”

- Sería advertencia a los responsables académicos
“Serán los departamentos y los centros los que deberán asegurarse del cumplimiento de elaboración de dichos informes y, en su caso, aquellos responsables académicos que no informen debidamente incurrirán en responsabilidad, falta que quedará registrada.”

Reflexiones, alegaciones y propuestas

Recogemos en los siguientes párrafos nuestras reflexiones, alegaciones y propuestas.

- La primera reflexión es que se debe reconocer y agradecer, y así lo hacemos, el gran esfuerzo y mejor voluntad de todas las personas implicadas en la elaboración de esta versión de Docentium, lideradas por la Vicerrectora Alfonsa García Ayala y el Vicerrector Pascual Lucas Saorín. Recogen el testigo de una inmensa cantidad de trabajo realizada por anteriores vicerrectores y equipos que, desde hace más de una década, se están esforzando por elaborar un procedimiento adecuado y viable para la tan necesaria como compleja evaluación del profesorado de la UMU.
- Compartimos la idea que, creemos, subyace en propuestas como Docentium de que “lo que no se mide no se puede mejorar”. Pero, como todos los profesores e investigadores sabemos, especialmente aquellos que nos dedicamos a medir variables y parámetros, “no basta con medir, hay que medir bien”. Una mala elección de qué medir o cómo hacerlo, puede llevar a conclusiones absolutamente erróneas.
- Tal y como se nos ha solicitado, nuestro equipo quiere presentar una serie de reflexiones con la mejor voluntad de contribuir a la consecución de un modelo de evaluación que respete los principios básicos de nuestra visión de lo que debe ser la Universidad de Murcia y un buen profesor universitario, y que se ajuste a los objetivos de Docentium.
- En este momento, tal y como se nos solicita, nos vamos a limitar a los indicadores y baremos propuestos en Docentium v8. La forma de presentación en este documento será reunir por bloques los comentarios más relevantes sobre los indicadores y baremos y hacerlo de forma muy resumida,



Desde 1940





entendiendo que en los momentos y foros correspondientes será posible argumentar de forma más extensa y adecuada. Por tanto, no vamos a entrar, en este documento, en cuestiones que, aun pudiendo ser importantes, se sitúan a un nivel de detalle mayor.

Bloque 1

“...objetivo principal contribuir a la mejora de la calidad de la docencia y, de esta forma, contribuir a la mejora de los resultados de aprendizaje del estudiantado”

- Creemos que este es un punto absolutamente fundamental: no es mejor profesor el que consigue que su asignatura sea más fácil de superar. Por tanto, no compartimos la afirmación que queda implícita en la valoración de los resultados (3.1.1 Tasa de éxito de grado, 3.1.2 Tasa de rendimiento de grado, 3.1.3 Tasa de éxito de máster, 3.1.4 Tasa de rendimiento de máster). Además, nos parece que, en estos indicadores, la redacción que utiliza el término “facilidad” no es la mejor elección. Pero lo fundamental, para nosotros, es confundir los resultados de la evaluación de las asignaturas (sin discriminar si son obligatorias u optativas, teóricas o prácticas, de primero o de cuarto, cursadas por estudiantes con diversos perfiles...), es decir, una evaluación que está diseñada para juzgar las competencias adquiridas por los estudiantes y que es responsabilidad del profesor, con un parámetro que sirva para evaluar a ese mismo profesor. En general, un mejor docente no es aquel que aprueba a más estudiantes. Creemos que no se contribuye a la mejora de los resultados de aprendizaje del estudiantado, confundiendo este objetivo con que las asignaturas sean más fáciles de superar. Por otro lado, este planteamiento tiene un efecto secundario fácilmente predecible e indeseable, y es que, especialmente los profesores más jóvenes, bajo estas directrices y la presión que va a suponer la necesidad de obtener una buena evaluación para avanzar en su carrera profesional, además de las consecuencias económicas que los resultados de la evaluación pueden tener, aseguren un número de aprobados en sus asignaturas independientemente de cualquier otro factor.

- Creemos que no es mejor profesor el que imparte en grupos más grandes o en mayor número de asignaturas diferentes (1.2.1. Variedad de materias, 1.2.2. Tamaño de grupo). Por supuesto, la carga de trabajo para el profesor va a ser mayor, y el reto de conseguir la mejor formación de sus estudiantes, también. Pero es difícil imaginar la relación que tiene la evaluación positiva del profesor en estos aspectos con la mejor formación de los estudiantes. En el bloque siguiente también mencionaremos la injusticia que supone utilizar estos aspectos que son ajenos a la decisión y control del profesor juzgado.



Desde 1940





- Creemos que la sola presencia de un profesor en reuniones en las que se van a tratar aspectos de organización de las asignaturas, no es un buen indicador del desempeño docente para asegurar los resultados del aprendizaje de los estudiantes (1.1.1. A nivel de Departamento, 1.1.2. A nivel de centro). Sin más elementos de juicio, no creemos que este indicador sea adecuado para evaluar lo que ahora ANECA define como actividad docente que “...incluye además todas aquellas otras actividades que demuestran su compromiso con la calidad docente de los títulos en los que imparte docencia y con la de su institución, así como su implicación con el SAIC de su centro, entre las que se encuentra su contribución a la captación, orientación y tutela o la contribución a la formación transversal de los estudiantes y su colaboración en la gestión de la docencia y la calidad”.

- Proponemos una reflexión en profundidad sobre qué entendemos como un buen profesor universitario. También que el eje central de su evaluación sea la medida de su capacidad y empeño en que los estudiantes adquieran las competencias necesarias. Mientras no clarifiquemos y concretemos de forma consensuada en la UMU este punto, difícilmente podremos llegar a un acuerdo satisfactorio sobre qué y cómo medir en Docentium. Dicho esto, creemos que la evaluación de muchos ítems mejoraría si incluimos evidencias (por ejemplo, coherencia de guías docentes, material docente y sistema de evaluación) que aporte el profesor, que sustituyan o complementen los datos que se utilizan ahora. Éstas podrían, incluso en determinados casos, ser analizadas por evaluadores. Además, se podrían añadir otro tipo de indicadores, entre los que pueden estar evaluaciones externas de las competencias adquiridas por los estudiantes que han superado las asignaturas y también opiniones de egresados, empleadores y de estudiantes cualificados (es decir, que tengan elementos de juicio para emitir opiniones).

Bloque 2

“...Nuestro modelo considera la evaluación individualizada docente del profesorado lo que permitirá la elaboración de informes sobre sus méritos docentes a título individual...”

- Creemos fundamental que no se incluyan en esta evaluación aquellos aspectos que sean resultado de asignaciones del departamento u otras instancias, y por tanto, no sean decisión o responsabilidad del profesor evaluado (1.2.1. Variedad de materias, 1.2.2. Tamaño de grupo, 1.2.3. Coordinación de asignatura, grupo y curso, 2.1.1. Dedicación docente con relación a la capacidad docente individual, 2.1.2. Dedicación docente con relación al área de conocimiento, 2.3.1. Programas internacionales, 2.3.2. Docencia en inglés, 2.3.5. Actividades formativas de doctorado, 2.4.1. Participación en órganos de gobierno, 2.4.2. Coordinador de grado y máster o de comisión de calidad del centro, 2.4.3. Coordinador de programas de doctorado, 3.2.1, Número de TFGs dirigidos, 3.2.2. Número de TFMs dirigidos, 3.2.3. Tesis doctorales dirigidas, 4.1.4. Tutor docente).



Desde 1940





- Cuando una asignatura sea impartida por más de un profesor, creemos que no se puede evaluar a un profesor en función del compañero de asignatura. Nos parece que este planteamiento es equivocado, pudiéndose generar tensiones entre compañeros. Una ilustración del motivo, especialmente clara, se da en los resultados de la evaluación de una asignatura, que son el promedio de los resultados con varios profesores diferentes.

- Proponemos, ya que no es justo evaluar a una persona por medio de ítems que escapan a su decisión, desempeño y control, que se eliminen de Docentium esos aspectos.

Bloque 3

- Creemos que la percepción y las opiniones de los estudiantes deben ser elementos de evaluación sólo en los casos y en las condiciones que acrediten su significación real. Tal y como se diseñan y realizan las encuestas, se dan habitualmente situaciones que deberían tenerse en cuenta en Docentium. Por supuesto, ya se valora si la respuesta es significativa en función del número de estudiantes que responden. Pero otros aspectos también son importantes. Por ejemplo, sobre la adecuación de la evaluación de las asignaturas, opinan estudiantes que no se evalúan; sobre la planificación de las actividades en clase, opinan estudiantes que no van a clase; sobre la adecuación de la bibliografía, opinan estudiantes que nunca siquiera han mirado la bibliografía; en asignaturas de varios profesores los alumnos que no asisten habitualmente no discriminan los profesores de las asignaturas; la opinión de si la asignatura no repite los contenidos de otras asignaturas se valora igual para estudiantes de primer curso, que sólo han cursado unas pocas, que los de cuarto, que tienen una visión general... (1.3.1. La asignatura no repite los contenidos de otras asignaturas, 1.3.2. La planificación de las actividades de clase es adecuada para cumplir los objetivos de la asignatura, 1.3.3. Las actividades teóricas y prácticas están bien coordinadas, 1.3.4. La bibliografía que utiliza el/la profesor/a es adecuada, 1.3.5. El sistema de evaluación me parece apropiado para valorar el aprendizaje y los conocimientos de los estudiantes, 2.5.1. El docente cumple con el temario y actividades propuestos en la guía docente de la asignatura, 2.5.2. El docente está aplicando los criterios de evaluación recogidos en la guía docente, 2.5.3. Las explicaciones del docente me ayudan a entender los contenidos de las asignatura, 2.5.4. El docente resuelve las dudas y orienta correctamente en el desarrollo de las tareas, 2.5.5. Los recursos usados resultan útiles y adecuados para las clases y el estudio, 2.5.6. En las tutorías estoy satisfecho con la ayuda recibida por el docente, 3.3.1. El/la profesor/a ha logrado aumentar mi interés por los contenidos y habilidades impartidos en la asignatura, 3.3.2. Valora de forma global el trabajo realizado por el/la profesor/a considerando todos los aspectos anteriores).



Desde 1940





- Proponemos establecer métodos y criterios que permitan discriminar a los estudiantes que tienen elementos de juicio para emitir una opinión fundada sobre el desempeño del profesor en los diversos aspectos que se evalúan. También que las percepciones de los estudiantes se complementen o sustituyan con evidencias sobre los mismos temas.

Bloque 4

- En cuanto a los aspectos prácticos para implantar este modelo de evaluación, creemos que es fundamental garantizar el apoyo administrativo a los responsables académicos para la gestión del proceso y la emisión de certificados. Nos preocupa que no quede claro en ningún lugar que se ha llegado a un acuerdo con el PAS de la UMU para que asuma las nuevas funciones administrativas. Para explicitar debemos mencionar: i) la recogida, búsqueda y registro, a lo largo de cada curso académico, y de años anteriores, de las evidencias que permitan realizar correctamente los informes; ii) la elaboración de los informes; y iii) la cumplimentación de esta información en la aplicación. Ante la previsión del elevado número de profesores (50 % de Ayudantes y Profesores Ayudantes Doctores + 20 % del PDI con más de 5 años), el tiempo necesario para la gestión de este protocolo se prevé ingente y, bajo ningún concepto, deben recaer estas tareas administrativas en los responsables académicos.

- Proponemos que, de forma previa a la aprobación de Docentium, se llegue a un acuerdo con el PAS que recoja, explícitamente, que la gestión administrativa de este proceso forma parte de sus funciones, y que, en caso necesario, se dotará de los recursos humanos necesarios a las instancias que lo requieran por el aumento de carga de trabajo.

En Murcia, a 30 de enero de 2022

F. Guillermo Díaz Baños
Decano de la Facultad de Química



Propuesta de Máster Interuniversitario en Tecnologías Cuánticas

1. DESCRIPCIÓN, OBJETIVOS FORMATIVOS Y DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO

Denominación: Máster Interuniversitario en Tecnologías Cuánticas/Interuniversity master's degree in quantum Technologies

Ámbito de conocimiento: Física y Astronomía

Universidad solicitante y responsable de los procedimientos de verificación, renovación de la acreditación, modificación o extinción: Universidad Internacional Menéndez Pelayo

Universidades participantes:

- Universidad de Granada
- Universidad de La Laguna
- Universidad de Murcia
- Universidad de Sevilla
- Universidad de Valencia
- Universidad de Zaragoza
- Universidad Politécnica de Madrid
- Universidad Politécnica de Cartagena

Centros de impartición: Centro de Posgrado de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (28051751)

Modalidad de enseñanza: Virtual

Número total de créditos: 60

Créditos obligatorios	18
Créditos optativos	24
Créditos de prácticas externas	0
Créditos trabajo de fin de máster	18
Créditos totales	60

Idioma de impartición: inglés

Número de plazas ofertadas: 60

Código ISCED:

ISCED 1: 440 Ciencias Físicas, químicas y geológicas

ISCED 2: 441 Física

Normativa de progreso y permanencia:

<http://www.uimp.es/actividades-academicas/postgrado-e-investigacion/estudios/masteres-universitarios/normativa-de-permanencia.html>

	Tiempo completo		Tiempo parcial	
	Créditos matrícula mín.	Créditos matrícula máx.	Créditos matrícula mín.	Créditos matrícula máx.
Primer curso	60	60	30	45
Resto de cursos	60	60	30	45

1.1. Justificación del interés académico, científico, profesional y social del título e incardinación en el contexto de la planificación estratégica de la universidad o del sistema universitario de la Comunidad Autónoma.

Las tecnologías cuánticas son aquellas que se construyen con dispositivos de naturaleza cuántica, aprovechando fenómenos como la superposición y el entrelazamiento para obtener ventajas en tareas de sensado, metrología, comunicación, encriptado, simulación y computación, entre otras.

El campo de las tecnologías cuánticas es un área de investigación prioritaria en Europa, E.E.U.U., China, Canadá, Australia y Japón, entre otras regiones desarrolladas. En Europa, esta área se articuló alrededor del Flagship de Tecnologías Cuánticas, iniciado por la Comisión Europea en 2019, y que ahora se reemplaza por el Cluster 4 de Horizon Europe en colaboración con iniciativas similares en Digital Europe, ESA, EIC y otros departamentos de investigación e innovación. En España, las tecnologías cuánticas también están recogidas en la [Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027](#), así como en diferentes acciones estratégicas con cargo a fondos de recuperación y fondos FEDER de las Comunidades Autónomas.

Este reconocimiento oficial tiene lugar porque las tecnologías cuánticas han saltado del mundo académico al entorno empresarial, con un impacto económico creciente. Este impacto se materializa a través de un número exponencialmente creciente de *startups*, que suman o complementan las iniciativas organizadas por empresas consolidadas, como Airbus, Telefónica, Vodafone, y Thales Athenea entre otras.

La coexistencia de grandes proyectos de investigación públicos y público-privados, con una creciente demanda empresarial de personal con un perfil técnico y científico, ejerce una enorme presión en el mercado laboral¹. Esto es así porque los perfiles demandados con mayor urgencia sólo se encuentran por el mercado postdoctoral: personal investigador que han adquirido la experiencia interdisciplinar requerida a través de un doctorado y una o más etapas de investigación independiente.

Como solución a este problema, dentro de una estrategia holística, la Unión Europea considera que no sólo es importante invertir en investigación, sino que, para una transferencia óptima a

¹ *The Quantum Ecosystem and Its Future Workforce*, A. Venegas-Gómez, PhotonicsViews 17, p 34-38 (2020). [doi:10.1002/phvs.202000044](https://doi.org/10.1002/phvs.202000044); Informe AMETIC “España Cuántica: Una aproximación empresarial”, <https://ametic.es>

la industria y la sociedad, se deben crear **programas educativos especializados, encaminados a formar personal trabajador, innovador e inversor en este campo**—la futura *quantum workforce*. Para abordar esta tarea se ha creado una Coordination and Support Action (CSA) de nombre *Quantum Education*² que tendrá continuidad en el nuevo plan Horizon Europe con un presupuesto estimado de 10M€. Esta acción reúne a actores europeos en el ámbito de la educación y la pedagogía, con la finalidad de diseñar programas educativos a todos los niveles, y coordinar su lanzamiento e integración en la estrategia europea. Uno de los primeros resultados de esta movilización ha sido el diseño y lanzamiento de un número moderado de programas de máster en tecnologías cuánticas, enumerados en el apartado de referentes.

El proyecto que se presenta es un programa de formación integrado, orientado a graduados/as de carreras técnicas y científicas y a profesionales de empresas tecnológicas, de comunicación y de servicios. El máster propone una educación completa en el campo de las tecnologías cuánticas, a nivel de desarrollo y usuario/a avanzado/a. A diferencia de otras propuestas, este programa se diseña con un modelo *top-down*, en el que se extractan las competencias más relevantes para todas las áreas de las tecnologías cuánticas, y se buscan profesionales de la investigación y docencia con la adecuación requerida para impartir esa formación a lo largo de las universidades y centros de investigación españoles. El resultado de esta selección es un equipo de **60 docentes investigadores con una sólida trayectoria internacional en el ámbito de las tecnologías cuánticas**, como se detalla en el apartado correspondiente de este documento.

Los principios que estructuran el máster son los siguientes

- **Complejidad.** Perseguimos un máster que cubra todas las áreas de investigación e innovación en tecnologías cuánticas.
- **Excelencia.** Para cubrir todos los aspectos y temas, reclutamos personal investigador con una larga trayectoria y proyección internacional en esas especialidades, que diseñan, crean y tutorizan las asignaturas de su campo. También reclutaremos investigadores e investigadoras excelentes en el ámbito internacional para cursos y seminarios especializados.
- **Accesibilidad.** La dispersión geográfica es una barrera para estudiantes que trabajan en grupos del CSIC y universidades y les impide el acceso a la formación requerida. Para

² [Quantum Technology - Education Coordination and Support actions \(qt.eu\)](#); [CSA "QFlag" - Quantum Technology \(qt.eu\)](#)

solventar esta barrera el máster es interuniversitario y se imparte con un formato mayoritariamente online (con la excepción de algunas prácticas de laboratorio).

- **Sostenibilidad.** El formato interuniversitario y electrónico permite crear un máster con una alta participación a un coste moderado para las universidades, como se explica a continuación. Es importante, no obstante, considerar adecuadamente la carga docente y el esfuerzo creativo del personal docente, que debe ser considerado y bien presupuestado, tanto en las fases de generación de contenido como en la implantación del máster.
- **Proyección internacional.** El máster se impartirá en inglés y se facilitará el acceso a estudiantes de cualquier nacionalidad y residencia. Así se busca reclutar estudiantes también de países hermanos, como Latinoamérica, o colaboradores, como Italia, Francia o Reino Unido, con un programa atractivo y con una interesante proyección laboral.

La orientación del máster es doble: **investigadora y profesional (no regulada)**. Por un lado, el máster es una respuesta a las necesidades formativas de los múltiples y geográficamente dispersos equipos de investigación, públicos y privados, en el ámbito nacional. Se crea como un proyecto interuniversitario, precisamente para solventar esa dispersión y la falta de masa crítica para arrancar una labor educativa competitiva y completa en las universidades españolas. Por otro lado, a través de un diseño top-down y una selección adecuada de competencias, se proporciona una formación exhaustiva que permitirá al estudiantado desarrollar proyectos independientes de innovación y desarrollo en el seno de las empresas de tecnologías cuánticas y empresas que se introducen en el campo desde otros ámbitos. En la actualidad, existe alta demanda de profesionales con esta formación a la vez que escasea este perfil.

El máster adopta un modelo de formación virtual en un programa de 1 año de duración en su diseño e implementación. Este modelo, apoyado en la innovación docente del periodo de pandemia, es el único que permite aprovechar el talento investigador geográficamente disperso: desde información cuántica en Sevilla o Granada, hasta fabricación cuántica en Zaragoza y Barcelona, pasando por grandes grupos de comunicación cuántica en Vigo y Madrid. Esta aproximación permite ofrecer un programa completo, impartido por personal experto. El modelo virtual también permite minimizar los gastos y ofrecer un máster asequible a estudiantes nacionales e internacionales.

La docencia se dividirá en clases magistrales (apoyadas por contenido audiovisual y tutorías a distancia), trabajos de máster supervisados presencialmente o a distancia (según las necesidades del estudiantado), prácticas de laboratorio presenciales optativas y una actividad conjunta de una semana en formato congreso-escuela organizada por el alumnado. Esta composición encuentra un equilibrio entre la formación puramente online y la completamente presencial, ofreciendo al estudiantado oportunidades de supervisión continua y *networking*.

El proceso de diseño de esta propuesta de máster

El diseño de este programa de máster arranca en 2019, con la creación de la CSA Quantum Education. A esta acción europea se sumaron investigadores/as y docentes miembros de la Red Española de Información y Tecnologías Cuánticas (RITCE) ³ participada entre otros por el Prof. Juan José García Ripoll (IFF-CSIC) y el Prof. David Zueco (INMA-CSIC). A través de varios canales de difusión y coordinación de la citada red, se inició un diseño top-down de las asignaturas necesarias para conformar una titulación de máster en tecnologías cuánticas, a la vez que en paralelo se determinaron las universidades dispuestas a colaborar en este programa.

Partiendo de esta encuesta inicial, a comienzos de 2020 RITCE creó un grupo de trabajo y discusión formado por personal investigador y docente del CSIC y de las universidades que ahora forman este programa. El equipo coordinador de este estudio lo formaron, bajo la coordinación de los Prof. Juan José García-Ripoll y David Zueco, unas 60 personas del CSIC y las universidades participantes, que contribuyeron al diseño específico de las asignaturas y la integración de éstas. La lista de participantes en este estudio coincide con la lista de docentes participantes en el título, e incluye tanto a universidades adscritas al convenio interuniversitario, como al personal investigador y docente que será invitado al programa de máster por la UIMP.

En paralelo a este trabajo, el CSIC creó la Plataforma Temática Interdisciplinar de Tecnologías Cuánticas⁴, una estructura interna para coordinar a los grupos de investigación del área, y promover la transferencia de tecnología y conocimiento, tanto a través de interacción con la industria, como con el desarrollo de programas formativos de utilidad para el colectivo investigador.

Con una primera versión del informe completo, el personal investigador universitario sometió el programa a evaluación en sus respectivos departamentos y universidades, explorando la

³ RITCE <https://www.ritce2020.hbar.es>

⁴ PTI QTEP <https://qtep.csic.es>

compatibilidad y complementariedad del título con las ofertas de diversos centros universitarios. Ante el visto bueno de las universidades, en septiembre de 2020 la PTI QTEP adoptó el diseño organizado por la comunidad investigadora y la red RITCE, y presentó este diseño a la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP), para explorar su organización como un máster interuniversitario. En sucesivas interacciones con la UIMP y las universidades colaboradoras, se definió el programa docente, con las competencias y contenidos formativos, así como el equipo docente, con una clara participación de las universidades y el CSIC, así como una mejor organización del proyecto.

1.2. Principales objetivos formativos del título (requisito del RD 822/2021)

La propuesta de Máster Interuniversitario en Tecnologías Cuánticas que se presenta ofrece una formación integral en los conceptos de la física cuántica mucho más allá de los contenidos impartidos en los grados en Física. El Máster proporcionará al estudiante una sólida formación cubriendo diversos aspectos teóricos y experimentales requeridos para el desarrollo de las tecnologías cuánticas, desde los algoritmos (software) hasta las distintas implementaciones físicas (hardware) que involucran el control y la manipulación de estados cuánticos. Además, en función de las asignaturas optativas que cursen los estudiantes se alcanzará una especialización más teórica y/o experimental.

1.3. Perfiles fundamentales de egreso (requisito del RD 822/2021)

Los estudiantes de este Máster obtendrán una formación que les permitirá ser expertos en algoritmos cuánticos, teoría cuántica avanzada y aspectos técnicos y experimentales del desarrollo de hardware cuántico. La amplia formación ofertada habilitará tanto para la realización de un doctorado en tecnologías cuánticas como para la incorporación en empresas de tecnologías cuánticas.

1.4. Referentes nacionales e internacionales que avalan la propuesta

A fecha de hoy, existen *muy pocos programas* de máster en tecnologías cuánticas a nivel internacional y *ninguno* con un enfoque transversal y tan amplio como la propuesta ofertada. Los principales referentes nacionales, programas en funcionamiento o a punto de arrancar, son:

- **Máster Universitario en Ciencia y Tecnologías Cuánticas** de la **Universidad del País Vasco** (<https://www.ehu.eus/es/web/master/master-ciencia-tecnologia-cuanticas/>).

Se trata de un programa orientado a la investigación básica en Física Teórica, Información Cuántica y Tecnología Cuántica, aunque su contenido no cubre más que un 20% del ofertado por el diseño de asignaturas de este máster interuniversitario.

- **Máster Universitario en Ciencia y Tecnología Cuánticas/ Master in Quantum Science and Technology** (<https://quantummasterbarcelona.eu/>), ofertado por la Universidad de Barcelona (UB) en colaboración con la Universidad Politécnica de Cataluña (UPCT), la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB). Colaboran en su impartición el Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO), el Instituto de Física de Altas Energías (IFAE), el Instituto Catalán de Nanociencia (ICN2) y el Barcelona Supercomputing Center (BSC). Se trata de un programa de nueva creación, dirigido a graduados/as en física e ingeniería, y con una orientación clara a la investigación. El máster da un peso mayor al trabajo de fin de máster (24 créditos), incluye una formación complementaria en emprendimiento, y se divide en orientaciones de teoría cuántica, software cuántico, hardware cuántico y óptica cuántica. Este programa ha arrancado en el curso 2021/2022.
- **Máster en Computación Cuántica** (<https://quantum-explore.com/>) título propio de la **Universidad Politécnica de Madrid (UPM)** en colaboración con **Accenture**. Se trata de un máster de 60 créditos con una marcada orientación a computación cuántica teórica y una pequeña componente de teoría de criptografía cuántica. El máster cubre también un espectro más amplio de estudiantes, con un curso de adaptación de 3.75 ECTS, con un peso muy importante de matemáticas e informática. Este programa ha arrancado en el curso 2021/2022.

En el ámbito internacional se encuentra una oferta más variada y de mayor impacto, aunque también alrededor de programas de reciente creación, que surgen alrededor de programas de excelencia, como las ofertas de la LMU/TU en Múnich (Alemania), o la ETH en Zúrich (Suiza), y que forman parte de un ecosistema que incluye tanto el programa de máster, como actividades de difusión, congresos, seminarios, programas de intercambio con universidades de prestigio y otras colaboraciones notables. Dicho esto, las reducidas cuotas de estos programas, sumadas a que nuestra oferta docente es comparable en amplitud y calidad, nos permite aventurar que el máster ofertado podrá captar estudiantes internacionales que hayan considerado esos programas como primera opción.

- **Master in Quantum Science and Technology** (<https://www.mcqst.de/support/master-in-qst/>). Se trata de un programa de máster ofrecido de forma conjunta por la

Universidad Técnica de Munich (TU) y la **Universidad Ludwig-Maximillien (LMU)**, como parte de las actividades del **Munich Center for Quantum Science and Technology**. El programa ofrece dos especializaciones, teórica y experimental, en ciencia y tecnología cuántica, para estudiantes con una formación de diplomatura o superior en física, química, ingeniería eléctrica, matemáticas, ciencias de la computación y mecánica cuántica. Como otros programas alemanes, cubre un total de 120 créditos ECTS en dos años. Se ofertó por primera vez en el curso 2020/2021.

- **Master in Quantum Engineering** (<https://master-qe.ethz.ch/>) ofertado por la **ETH Zürich**, consiste en un programa de dos años con 120 créditos ECTS, ofertados por los departamentos de física y de tecnologías de la información e ingeniería eléctrica. El máster cubre un amplio espectro de física cuántica, ingeniería electrónica e ingeniería de la información. Está orientado a estudiantes con una formación de diplomatura o superior en física o ingeniería eléctrica (o similar). Se ofertó por primera vez en el curso 2019/2020.
- **Master in Quantum Technology** (<https://programsandcourses.anu.edu.au/2019/program/nscqt>) de la Australian National University (ANU). Se imparte desde el curso 2019/2020, con una duración de dos años (120 ECTS) para todo el máster. Está orientado a estudiantes con una diplomatura (bachelor) en física, ingeniería o matemáticas. Ofrece un programa heterogéneo, que abarca desde elementos de tecnologías cuánticas, hasta áreas de una mayor proyección industrial, como prototipado, sistemas de control o emprendimiento.
- **Master in Quantum Technology** (<https://www.sussex.ac.uk/study/masters/courses/quantum-technology-msc>), impartido por la Univ. Sussex en colaboración con el Sussex Center for Quantum Technologies con un contenido docente de un año académico. Está dirigido a estudiantes de “bachelor” en física, y cubre principalmente las plataformas experimentales de iones atrapados, circuitos superconductores y fotónica, orientadas a computación, simulación y sensórica cuántica.

2. RESULTADOS DEL PROCESO DE FORMACIÓN Y DE APRENDIZAJE (RFA)

RFA a nivel de contenidos

RFA1 Entender el procesamiento de la información usando sistemas cuánticos, como qubits, puertas cuánticas, medidas, entrelazamiento, correlación, y limitaciones fundamentales y complejidad cuántica de algoritmos y operaciones.

RFA2 Reconocer los fundamentos de la comunicación cuántica y distribución cuántica de claves, incluyendo protocolos fundamentales, aplicaciones en sistemas físicos concretos e integración de esta tecnología con redes de comunicación existentes.

RFA3 Relacionar las principales implementaciones de tecnologías cuánticas, así como las aplicaciones de estos sistemas a la computación cuántica, sensado cuántico o simulación cuántica.

RFA4 Categorizar problemas con aplicaciones en finanzas, logística e ingeniería cuya solución pueda beneficiarse de las tecnologías cuánticas.

RFA5 Identificar conceptos avanzados en el estudio mecano-cuántico de sistemas físicos de muchos cuerpos, fundamentos de interacción luz-materia, elementos de sistemas abiertos y topología.

RFA6 Reconocer los conceptos avanzados del procesamiento de la información usando sistemas cuánticos así como su aplicación a problemas de relevancia.

RFA7 Conocer las principales implementaciones experimentales para el procesamiento de la información, el sensado y la comunicación cuántica.

RFA8 Conocer en profundidad la teoría de la interacción luz materia y cómo ésta se modifica a escalas nano- y micro-métricas para crear nuevas aplicaciones cuánticas.

RFA9 Comprender a un nivel teórico cómo funcionan los sistemas cuánticos basados en átomos ultrafríos e iones atrapados, y cómo estos sistemas se controlan con luz y microondas para implementar ordenadores cuánticos y simuladores cuánticos.

RFA10 Comprender las implementaciones de bits cuánticos de espín, topológicos e híbridos.

RFA a nivel de competencias

RFA11 Diseñar, organizar e implementar un evento científico para la presentación del estado del arte en un campo de investigación.

RFA12 Atender, comprender e interpretar una charla científica en un ámbito de investigación de frontera de las tecnologías cuánticas, así como desarrollar una exposición crítica de los resultados presentados.

RFA13 Elaborar un ejercicio original a presentar ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto de investigación original en el ámbito de las tecnologías cuánticas, donde se integren las enseñanzas desarrolladas.

RFA14 Desarrollar capacidad de análisis, razonamiento crítico y resolución de problemas.

RFA15 Trabajar en equipo de forma activa compartiendo información y tareas para lograr la consecución de los objetivos previstos.

RFA16 Desarrollar proyectos básicos de investigación de forma autónoma.

RFA17 Redactar documentos científicos y técnicos, en particular artículos científicos.

RFA18 Realizar presentaciones sobre una investigación o proyecto científico ante públicos especializados.

RFA19 Planificar, diseñar y poner en marcha un proyecto de investigación.

RFA20 Buscar, obtener, procesar, comunicar información y transformarla en conocimiento.

RFA21 Conocer las herramientas metodológicas necesarias para desarrollar proyectos de investigación.

RFA a nivel de habilidades o destrezas

RFA22 Aplicar conocimiento teórico y práctico de computación cuántica, incluyendo los principales algoritmos y nociones de corrección de errores, en tecnologías existentes y futuras.

RFA23 Utilizar los fundamentos de la teoría de control de sistemas cuánticos, tanto teórica como numéricamente, en modelos canónicos para las tecnologías cuánticas.

RFA24 Aplicar las técnicas de sistemas abiertos y física estadística aplicada a tecnologías cuánticas y sistemas cuánticos complejos.

RFA25 Operar con las técnicas fundamentales de aprendizaje automático clásico, como aprendizaje supervisado, aprendizaje por refuerzo o redes neuronales, así como las alternativas desarrolladas para sistemas cuántico

RFA26 Manejar la teoría de circuitos cuánticos superconductores para su aplicación en el diseño y la operación de ordenadores, optimizadores y simuladores cuánticos.

RFA27 Manejar los principales conceptos teóricos de la metrología y el sensado cuántico, así como las plataformas ópticas y superconductoras sobre las que estos conceptos se aplican.

RFA28 Manejar los principales métodos de nanofabricación para tecnologías cuánticas, y ser capaz de evaluar sus posibilidades y limitaciones en aplicaciones de computación, comunicación y sensado.

RFA29 Desarrollar habilidades experimentales en la implementación, operación y caracterización de sistemas experimentales de tecnologías cuánticas, en plataformas semiconductoras, superconductoras, fotónicas, o moleculares.

3. ADMISIÓN, RECONOCIMIENTO Y MOVILIDAD

3.1. Sistemas de información previa a la matriculación y procedimientos accesibles de acogida y orientación de estudiantes de nuevo ingreso para facilitar su incorporación a la universidad y la titulación

Perfil de ingreso recomendado

Podrán acceder a este título graduados/as en física, química, matemáticas, ingeniería o similar. Es decir, haber cursado titulaciones de carácter técnico-científico con asignaturas de física y matemáticas.

Las personas graduadas que no hayan cursado en sus estudios de procedencia 3 créditos como mínimo de mecánica cuántica deberán cursar la asignatura descrita como complemento formativo, siendo la Comisión Académica del Máster quien lo determine.

Dado que el máster se impartirá en su totalidad en inglés, las personas solicitantes deberán contar con un nivel mínimo de inglés B2 en términos del Marco Común Europeo o equivalente que deberán acreditar con un certificado oficial o a través de la realización de una prueba de inglés por alguna de las universidades participantes en el título.

Información previa para el estudiantado

El título se impartirá en modalidad híbrida donde se combinarán actividades virtuales (síncronas y/o asíncronas) con presenciales optativas que requerirán un desplazamiento del estudiantado a algunos de los campus o sedes que las universidades participantes en el máster poseen en diferentes ciudades españolas.

En todos los casos en los que el estudiantado tenga que desplazarse para cursar las asignaturas físicamente los gastos correrán a su cargo. La organización del máster contará con fondos para apoyar económicamente total o parcialmente al alumnado que así lo necesite y bajo el criterio de la comisión académica.

Además, para el correcto seguimiento del estudio se requiere que el estudiantado disponga de un ordenador personal con auriculares, micrófono y cámara web con conexión a internet.

Canales de difusión

Para informar a potenciales estudiantes sobre la titulación, la modalidad de impartición y sobre el proceso de matriculación se emplean los siguientes canales de difusión:

- Página web oficial de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (www.uimp.es).
- Página web de la Plataforma de Tecnologías Cuánticas del CSIC (<https://qtep.csic.es>).
- Páginas web de las universidades participantes del máster.
- Página web de la Red Española de Información y Tecnologías Cuánticas (www.ritce2020.hbar.es).
- Página web del Flagship de tecnologías cuánticas (<https://qt.eu>)
- Canales dedicados al máster en Twitter, Facebook y LinkedIn.
- Se creará una dirección de correo electrónico exclusiva para la recogida de preguntas y resolución de dudas relativas al máster, gestionada por la Comisión Académica del Máster.

3.2. Requisitos de acceso y criterios de admisión

Requisitos de acceso

El acceso a los estudios de máster universitario se realizará de conformidad con lo dispuesto en el Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad. Más concretamente se realizará según lo dispuesto en el artículo 18. Acceso y admisión a las enseñanzas oficiales de Máster Universitario, que determina:

- La posesión de un título universitario oficial de Graduada o Graduado español o equivalente es condición para acceder a un Máster Universitario, o en su caso disponer de otro título de Máster Universitario, o títulos del mismo nivel que el título español de Grado o Máster expedidos por universidades e instituciones de educación superior de un país del EEES que en dicho país permita el acceso a los estudios de Máster.
- De igual modo, podrán acceder a un Máster Universitario del sistema universitario español personas en posesión de títulos procedentes de sistemas educativos que no formen parte

del EEES, que equivalgan al título de Grado, sin necesidad de homologación del título, pero sí de comprobación por parte de la universidad del nivel de formación que implican, siempre y cuando en el país donde se haya expedido dicho título permita acceder a estudios de nivel de postgrado universitario. En ningún caso el acceso por esta vía implicará la homologación del título previo del que disponía la persona interesada ni su reconocimiento a otros efectos que el de realizar los estudios de Máster.

- Las universidades garantizarán una información transparente y accesible sobre los procedimientos de admisión, y deberán disponer de sistemas de orientación al estudiantado. Asimismo, asegurarán que dicha información y los procedimientos de admisión tengan en cuenta al estudiantado con discapacidad o con necesidades específicas, y dispondrán de servicios de apoyo y asesoramiento adecuados.
- Las universidades podrán excepcionalmente establecer, a partir de normativas específicas aprobadas por sus órganos de Gobierno, procedimientos de matrícula condicionada para el acceso a un Máster Universitario. Esta consistirá en permitir que un o una estudiante de Grado al que le reste por superar el TFG y como máximo hasta 9 créditos ECTS, podrá acceder y matricularse en un Máster Universitario, si bien en ningún caso podrá obtener el título de Máster si previamente no ha obtenido el título de Grado. Las universidades garantizarán la prioridad en la matrícula de los y las estudiantes que dispongan del título universitario oficial de Graduada o Graduado. En este procedimiento podrán ser tenidos en cuenta los créditos pendientes de reconocimiento o transferencia en el título de Grado, o la exigencia de superación de un determinado nivel de conocimiento de un idioma extranjero para la obtención del título.
- Las universidades o los centros regularán la admisión en las enseñanzas de Máster Universitario, estableciendo requisitos específicos y, en caso de ser necesarios, complementos formativos, cuya carga en créditos no podrá superar el equivalente al 20 por ciento de la carga crediticia del título. Los créditos de complementos formativos tendrán la misma consideración que el resto de los créditos del plan de estudios del título de Máster Universitario.
- Las universidades reservarán, al menos, un 5 por ciento de las plazas ofertadas en los títulos universitarios oficiales de Máster Universitario para estudiantes que tengan reconocido un grado de discapacidad igual o superior al 33 por ciento, así como para estudiantes con necesidades de apoyo educativo permanentes asociadas a circunstancias personales de

discapacidad, que en sus estudios anteriores hayan precisado de recursos y apoyos para su plena inclusión educativa.

Criterios de admisión

La solicitud de admisión deberá presentarse en el plazo señalado al efecto, en modelo normalizado, y acompañada de todos los documentos acreditativos del cumplimiento de los requisitos de acceso establecidos.

La admisión se realizará por un protocolo de matrícula única, gestionado enteramente a través de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo. El proceso de admisión comenzará con el envío de la solicitud de admisión por parte del alumnado en las fechas y plazos indicados por la universidad. Recibida la solicitud, el personal de la UIMP revisará la misma, validando la documentación presentada o solicitando la subsanación de documentos.

La solicitud validada será procesada por la Comisión Académica del Máster, que valorará y priorizará las solicitudes en función de los siguientes criterios de admisión:

- Expediente académico, 4 puntos. Se asignará la mayor valoración a la candidatura que posea la mayor nota media del expediente académico y se irá descendiendo en valoración según la nota media disminuya.
- Adecuación de conocimientos previos al máster (titulación y asignaturas relacionadas con el estudio), 3 puntos. Se asignará la mayor valoración a la candidatura con mayor afinidad al estudio y perfil de ingreso.
- Experiencia investigadora previa (TFG, estancias y colaboraciones con grupos de investigación, o similar), 2 puntos.
- Motivación, interés y cartas de recomendación, 1 punto.

La cuota de reserva de plazas establecida por el RD 822/2021 para estudiantes con discapacidad o necesidades especiales, se aplicarán los mismos criterios de admisión. Si esa cuota no fuera cubierta se incorporará a la cuota principal.

Se garantizará la accesibilidad universal y se supervisará que las personas con movilidad reducida dispondrán de los recursos y apoyos necesarios para el correcto desarrollo del Máster. Se les solicitará sus necesidades específicas durante el proceso de matriculación. Para ello la UIMP tiene articulado el siguiente protocolo que se puede consultar en la página web o a través

de este enlace: [Protocolo UIMP para la atención de estudiantes con necesidades educativas específicas derivadas de discapacidad.](#)

3.3. Sistemas de apoyo y orientación del estudiantado matriculado

La Comisión Académica del Máster nombrará una subcomisión que resolverá las dudas respecto a los contenidos académicos, y la selección y compatibilidad de asignaturas y trabajos de investigación, con los intereses y orientaciones que las personas matriculadas manifiesten. Una vez seleccionado el estudiantado y formalizada la matrícula, cada estudiante contará con un tutor o tutora académico, que proporcionará acompañamiento y asesoramiento a lo largo del curso académico, estudiando las necesidades del mismo, las dificultades encontradas al enfrentarse a las diversas asignaturas, los materiales docentes, o la interacción con el profesorado. El estudiantado también tendrá acceso al portal virtual de la UIMP, donde podrá acceder a los contenidos docentes, materiales adicionales, medios de contacto con el profesorado y la planificación del curso, incluidos los servicios de tutoría. Como parte de la actividad presencial y del programa de seminarios, el estudiantado tendrá la oportunidad de organizar actividades formativas complementarias (tipo “soft-skills”), de “networking” y de orientación laboral, impartidos por personal experto, investigador y referente de la industria del ámbito de las tecnologías cuánticas.

3.4. Transferencia y reconocimiento de créditos

	Nº máx.	Nº. Mín.
Reconocimiento de créditos cursados en enseñanzas superiores oficiales no universitarias	0	0
Reconocimiento de créditos cursados en Títulos Propios	42	9
Reconocimiento de créditos cursados por acreditación de experiencia Laboral y profesional	0	0

Título propio		Máster Universitario
Materia 1: (15 ECTS)	Fundamentos de las tecnologías cuánticas (3) Teoría cuántica de la información (6) Teoría cuántica avanzada (6)	Fundamentos de las tecnologías cuánticas (3) Teoría cuántica de la información (6) Teoría cuántica avanzada (6)
Materia 2: (a elegir 24 ECTS)	Sistemas abiertos y termodinámica cuántica (6) Machine learning y ordenadores cuánticos (3) Implementación de tecnologías cuánticas (3) Circuitos cuánticos superconductores (3) Nanofotónica cuántica (3) Tecnologías cuánticas con fotones y átomos (3) Qubits en semiconductores y sistemas híbridos (3) Sensores cuánticos (6) Micro/nano fabricación para tecnologías cuánticas (3) Laboratorio de tecnologías cuánticas (6)	Sistemas abiertos y termodinámica cuántica (6) <i>Machine learning</i> y ordenadores cuánticos (3) Implementación de tecnologías cuánticas (3) Circuitos cuánticos superconductores (3) Nanofotónica cuántica (3) Tecnologías cuánticas con fotones y átomos (3) Qubits en semiconductores y sistemas híbridos (3) Sensores cuánticos (6) Micro/nano fabricación para tecnologías cuánticas (3) Laboratorio de tecnologías cuánticas (6)
Materia 3:	Congreso escuela (3)	Congreso escuela (3)

La normativa de reconocimiento y transferencia de la UIMP se puede consultar aquí:

<http://www.uimp.es/actividades-academicas/postgrado-e-investigacion/estudios/masteres-universitarios/normativa-de-reconocimiento-y-transferencia-de-creditos.html>

3.5. Complementos formativos

Los estudiantes que no hayan cursado ninguna asignatura en el grado de procedencia relacionada con la mecánica cuántica deberán cursar, a instancias de la Comisión Académica del Máster, la asignatura **Introducción a la mecánica cuántica** de 3 créditos.

Denominación: Introducción a la mecánica cuántica		
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia	Idioma
3	Complemento formativo	Inglés

Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios

Se trata de un curso comprimido de un mes de duración, previo al comienzo del máster.

Resultados de aprendizaje que adquiere el estudiante con esta asignatura

Actividades formativas de la materia indicando contenido en horas y % de presencialidad

Denominación	Horas	% presencial.
AF1 Lección magistral	25	0
AF4 Tutorías	5	0
AF5 Estudio individual y trabajo autónomo del estudiante	38	0
AF6 Elaboración de informes de laboratorio y trabajos	5	0
AF8 Pruebas de evaluación	2	0

Metodologías docentes que se utilizarán en esta materia

MD1 Clases magistrales en formato online asíncrono
 MD2 Resolución de casos prácticos
 MD5 Trabajos o entregables de problemas escritos
 MD7 Tutorías colectivas

Sistemas de evaluación y calificación. Indicar su ponderación máxima y mínima

Denominación	Ponderación mín.	Ponderación máx.
SE1 Participación en tutorías	0	20
SE2 Valoración de informes y trabajos individuales o en grupo	0	40

SE5 Examen final oral o escrito	40	100
Contenidos		
<ul style="list-style-type: none"> - Introducción histórica - Herramientas matemáticas - Postulados y sus consecuencias - Estados puros y mezcla - Evolución y ecuación de Schrödinger - Sistemas compuestos y entrelazamiento 		
Observaciones		
<p>Las personas graduadas que no hayan cursado en sus estudios de procedencia 3 créditos como mínimo de mecánica cuántica deberán cursar la asignatura descrita como complemento formativo, siendo la Comisión Académica del Máster quien lo determine.</p>		

3.6. Procedimientos para la organización de la movilidad de los estudiantes propios y de acogida

En el momento de la compleción de este documento no existen acuerdos de movilidad para el máster entre la UIMP y las universidades colaboradoras y otras entidades docentes nacionales e internacionales. Sin perjuicio de que estos acuerdos se firmen en el futuro, contemplamos no obstante acciones de movilidad y acogida para estudiantes del máster.

4. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

4.1. Descripción general del plan de estudios

El objetivo principal del programa de máster es ofrecer un abanico de asignaturas que cubra de forma exhaustiva el mayor número de sectores y aplicaciones de las tecnologías cuánticas, sin descuidar aspectos teóricos y experimentales fundamentales y transversales a varias de esas áreas. Para estructurar esta formación, el programa docente consta de 60 créditos ECTS repartidos en dos semestres, divididos en cuatro materias, con las asignaturas detalladas en la Tabla 1.

Tabla 1 Estructura de las enseñanzas

#	Asignatura	Tipo	Créditos (ECTS)	Presencial	*
Materia 1: Fundamentos					
A1	Fundamentos de las tecnologías cuánticas	OB	3	No	S1
A2	Teoría cuántica de la información	OB	6	No	S1
A3	Teoría cuántica avanzada	OB	6	No	S1
Materia 2: Tecnologías cuánticas					
A4	Criptografía y comunicación cuánticas	OPT	6	No	S1
A5	Computación cuántica: teoría y aplicaciones prácticas	OPT	6	No	S1
A6	Sistemas abiertos y termodinámica cuántica	OPT	6	No	S1
A7	<i>Machine learning</i> y ordenadores cuánticos	OPT	3	No	S1
A8	Control cuántico	OPT	3	No	S2
A9	Implementación de tecnologías cuánticas	OPT	3	No	S1
A10	Circuitos cuánticos superconductores	OPT	3	No	S2
A11	Nanofotónica cuántica	OPT	3	No	S2
A12	Tecnologías cuánticas con fotones y átomos	OPT	3	No	S2
A13	Qubits en semiconductores y sistemas híbridos	OPT	3	No	S2
A14	Sensores cuánticos (Quantum metrology and sensing)	OPT	6	No	S2
A15	Micro/nano fabricación para tecnologías cuánticas	OPT	3	Sí	S2
A16	Laboratorio de tecnologías cuánticas	OPT	6	Sí	S2
Materia 3: Temas avanzados de tecnologías cuánticas					
A17	Congreso-escuela de tecnologías cuánticas	OB	3	Sí	S2
Materia 4: Trabajo de fin de máster					
A18	Trabajo de fin de máster	TFM	18	Sí	S2

*Semestre

Materia 1: Fundamentos (15 ECTS). Esta materia agrupa 3 asignaturas teóricas obligatorias (A1, A2, A3) con contenido esencial para comprender el resto de la oferta docente.

Materia 2: Tecnologías cuánticas (24 ECTS). Esta materia agrupa una colección de 13 asignaturas optativas que permiten profundizar en una o más áreas de las tecnologías cuánticas, como comunicación, computación, sensores y plataformas experimentales, así como en competencias y descripciones alternativas de estos sistemas, como termodinámica cuántica. Los estudiantes deberán cursar 24 créditos para que sumados a los créditos obligatorios (18) y los 18 de TFM logren los 60 créditos que constituyen el máster universitario.

Debido a que existen numerosas y muy diferentes combinaciones de estas asignaturas, no se consideran especializaciones, pero el estudiantado será asesorado en la elección y configuración de las asignaturas. Los estudiantes podrán elegir las asignaturas optativas más adecuadas en función de su perfil y sus intereses contando para ello con el apoyo del tutor/a.

Materia 3: (M3) Temas avanzados de tecnologías cuánticas (3 ECTS). El contenido del máster, aunque aborda un área de investigación e innovación emergente, se centra en temas bien establecidos y centrales al campo. Para complementar esta formación, el estudiantado organizará y participará de un evento de una semana, el *Congreso-escuela de tecnologías cuánticas*, donde asistirán a charlas en temas de investigación de frontera y donde el propio estudiantado ofrecerá seminarios o pósteres sobre su investigación.

Materia 4: (M4) Trabajo de Fin de Máster (18 ECTS). Se realizará un trabajo de investigación original dirigido por docentes del CSIC o las universidades colaboradoras, el cual será defendido ante un tribunal evaluador.

Metodología de la modalidad de impartición

Cada estudiante desde el momento de su matrícula, contará con un/a tutor/a que seguirá su trabajo a lo largo del programa con reuniones periódicas, aconsejando en la elección de las asignaturas optativas a cursar en función de sus intereses y motivación.

La metodología de enseñanza-aprendizaje del estudio se basa en la combinación de actividades online asíncronas y síncronas y actividades presenciales. Así pues se ofrecerá de manera general:

- Contenidos grabados, estructurados en unidades temáticas que pueden ser estudiadas de forma independiente.
- Actividades presenciales o virtuales síncronas y/o asíncronas, destinadas a resolver dudas sobre los contenidos y los problemas.
- Las asignaturas experimentales optativas con un contenido práctico en el laboratorio. Éstas son las asignaturas “Micro/Nano fabricación para tecnologías cuánticas” y “Laboratorio de tecnologías cuánticas”. Ambas involucran actividades de creación o manipulación presencial en laboratorios en diferentes ciudades españolas, supervisadas por docentes.

El congreso-escuela es una actividad distintiva que permitirá al alumnado convivir y conocerse, en algunos casos por primera vez en persona. Tendrá una duración de una semana donde el estudiantado asistirá a charlas especializadas y clases magistrales de líderes en el campo y presentarán sus trabajos de investigación de fin de máster. El estudiantado tomará parte activa en su organización, bajo la supervisión del personal docente, escogiendo ponentes, diseñando el programa de charlas y actividades, coordinando la distribución de invitaciones, viajes y alojamiento, así como la presentación de sus propios trabajos. Esta asignatura constituirá una experiencia singular que no sólo creará un mayor espíritu de comunidad, sino que les facilitará habilidades complementarias de organización, comunicación y gestión científica. Se realizará en el campus de alguna de las universidades implicadas en formato híbrido para permitir la participación en remoto de estudiantes internacionales que no puedan desplazarse.

El máster contempla un itinerario de docencia enteramente no presencial. Para ello se cursarán las asignaturas optativas no presenciales, se supervisará a distancia el trabajo de fin de máster y se participará en el congreso escuela de forma remota. Esta opción se solicitará formalmente a la Comisión Académica y se concederá de forma excepcional a estudiantes que, por su ubicación remota (p.ej. estudiantes en Latinoamérica, Europa, etc), falta de recursos o circunstancias personales, no puedan acudir a las asignaturas presenciales.

4.2. Trabajo de fin de máster (TFM)

El Máster Universitario concluirá con la elaboración de un TFM de 18 créditos y su posterior defensa ante un Tribunal.

Los estudiantes dispondrán de un listado de temas de investigación desde el inicio del curso para su elección.

Cada trabajo será dirigido por personal investigador con grado de Doctor que participe como docente en el Máster Universitario. Además, bajo petición justificada por parte del estudiante a la Dirección del Máster, el TFM podrá ser co-dirigido por personal investigador o profesional externo.

El TFM se puede realizar en formato presencial, semipresencial u online dependiendo de la naturaleza teórica o experimental del trabajo a desarrollar, de acuerdo con la persona que dirija dicho trabajo.

La Normativa del Trabajos de Fin de Máster (TFM) será acorde con las pautas de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, la cual establece las directrices relativas a la definición, realización, defensa, calificación y tramitación administrativa de los TFM que se establezcan en los planes de estudios de las distintas titulaciones oficiales de Máster Universitario de la UIMP.

El TFM consistirá en la realización de un trabajo original, autónomo y personal, bajo la orientación de un/a profesor/a, en el que se apliquen y desarrollen los conocimientos y capacidades adquiridos a lo largo de la titulación, demostrando que ha alcanzado las competencias previstas en el plan de estudios. El término original queda referido a que en ningún caso pueda ser un trabajo plagiado, en conjunto o en parte, ni presentado con anterioridad por la misma persona en ninguna otra asignatura. Se deberán citar las fuentes utilizadas y ser debidamente recogidas en la bibliografía.

El TFM será desarrollado, defendido y calificado individualmente. Se podrá aprobar, previa petición formal y motivada del/a estudiante a la Comisión Académica del título, y siempre que existan condiciones técnicas, administrativas y económicas que lo permitan, que la defensa se produzca a distancia de forma virtual o por otro medio siempre que se garantice la defensa pública del TFM y el control de la identidad del/a estudiante evitando su suplantación. El TFM será defendido en acto público ante un tribunal compuesto por un mínimo de tres doctores y un máximo de cinco. Al menos el 60% del tribunal ha de estar formado por personal del claustro docente, excluyendo a la persona directora del TFM.

El tribunal evaluará la memoria (60%) y la defensa pública (40%) teniendo en cuenta el informe y la evaluación de la memoria presentados por el director o la directora del trabajo.

4.3. Secuenciación temporal

La planificación temporal inicial es la descrita en la Tabla 1. Las asignaturas obligatorias tienen lugar al comienzo del primer cuatrimestre. Las asignaturas optativas se reparten entre el primer y segundo cuatrimestre, de acuerdo con la orientación ofrecida en la tabla 1 (última columna), aunque esta distribución podrá ser revisada a lo largo de la ejecución del máster.

El congreso-escuela es la última actividad antes o coincidente con la defensa del TFM. Esta planificación podrá variar en función de la demanda de asignaturas que experimente el máster, para equilibrar la carga y hacerla compatible con las restricciones de las propias universidades.

4.4. Relación de asignaturas y resultados de formación y aprendizaje (RFA) del título

Tabla 2 Reparto de RFA por materia/ asignatura

Materias	Asignaturas	Resultados de formación y aprendizaje
Materia 1: Fundamentos	A1 Fundamentos de las tecnologías cuánticas	RFA1,RFA15
	A2 Teoría cuántica de la información	RFA2, RFA7, RFA15
	A3 Teoría cuántica avanzada	RFA6, RFA15
Materia 2: Tecnologías Cuánticas	A4 Criptografía y comunicación cuánticas	RFA3, RFA15
	A5 Computación cuántica: teoría y aplicaciones prácticas	RFA15, RFA23
	A6 Sistemas abiertos y termodinámica cuántica	RFA15, RFA25
	A7 <i>Machine learning</i> y ordenadores cuánticos	RFA5, RFA15, RFA23, RFA26
	A8 Control cuántico	RFA15, RFA24
	A9 Implementación de tecnologías cuánticas	RFA4, RFA5, RFA8, RFA15
	A10 Circuitos cuánticos superconductores	RFA2, RFA15, RFA27
	A11 Nanofotónica cuántica	RFA15, RFA9.
	A12 Tecnologías cuánticas con fotones y átomos	RFA15, RFA10.
	A13 Qubits en semiconductores y sistemas híbridos	RFA15, RFA11.
	A14 Sensores cuánticos (Quantum metrology and sensing)	RFA15, RFA4, RFA28.

	A15 Micro/nano fabricación para tecnologías cuánticas	RFA15, RFA16, RFA18, RFA23, RFA4, RFA29.
	A16 Laboratorio de tecnologías cuánticas	RFA15, RFA16, RFA18, RFA23, RFA4, RFA30.
Materia 3: Temas avanzados de tecnologías cuánticas	A17 Congreso-escuela de tecnologías cuánticas	RFA15, RFA16, RFA19, RFA21, RFA12, RFA13.
Materia 4: Trabajo de Fin de Máster	A18 Trabajo de fin de máster	RFA15, RFA17, RFA18, RFA19, RFA20, RFA21, RFA22, RFA14.

4.5. Actividades formativas, metodologías docentes y sistemas de evaluación

A) Actividades formativas

AF1	Lección magistral: exposición (síncrona, asíncrona o presencial) sobre el contenido de la asignatura que incluyen seminarios y/o conferencias.
AF2	Clase práctica: realización de prácticas de computación o prácticas de laboratorio de manera tutelada.
AF3	Tutorías individuales y/o colectivas
AF4	Estudio individual y trabajo autónomo del estudiante
AF5	Elaboración de trabajos individuales y/o en grupo: informes de laboratorio, de trabajos y de proyectos guiados
AF6	Pruebas de evaluación: exámenes orales y/o escritos
AF7	Organización de congresos
AF8	Presentación y defensa de trabajo de fin de máster

B) Metodologías docentes formativas

MD1	Clases magistrales
MD2	Resolución de casos prácticos
MD3	Prácticas de programación o de laboratorio
MD4	Ponencias sobre los trabajos o entregables de problemas

MD5	Seminarios y conferencias
MD6	Tutorías individuales y/o colectivas

C) Sistemas de evaluación

SE1	Valoración de la participación en tutorías
SE2	Valoración de informe, prácticas y trabajos individuales o en grupo
SE3	Valoración de exposiciones orales de trabajos
SE4	Valoración del examen final oral o escrito
SE5	Valoración de la memoria y defensa pública del TFM
SE6	Valoración de asistencia y participación en la organización del congreso-escuela

4.6. Procedimiento de control de la identidad del alumnado

El usuario se identifica en la plataforma con un código de usuario y una contraseña proporcionados por UIMP al crear al usuario en la plataforma. El usuario puede cambiar dicha contraseña y en ese caso la contraseña se guarda encriptada en la plataforma, de forma que nadie puede conocer la contraseña del usuario cuando éste la modifica.

4.7. Mecanismos de coordinación docente horizontal y vertical del plan de estudios

El órgano responsable de la gestión académica del máster es la Comisión Académica del Máster Interuniversitario. Esta Comisión será nombrada y estará supeditada a la Comisión de Seguimiento, que estará regulada por el Convenio Interuniversitario suscrito por las universidades. La Comisión de Seguimiento será la responsable de velar que el desarrollo del máster se ajuste a dicho Convenio y vendrá nombrada por los órganos responsables en cada una de las Instituciones.

La Comisión Académica está formada por un/a Director/a, que preside las reuniones, dos coordinadores/as, uno/a del CSIC y otro/a de Universidades, más una representación proporcional del profesorado del CSIC y universidades fijada en el convenio.

Es responsabilidad de la dirección del máster:

- Presidir la Comisión Académica del Máster Interuniversitario.
- Vigilar la calidad docente de la titulación.
- Supervisar la actualización del plan docente para garantizar su adecuación a los estándares investigadores y las necesidades sociales y profesionales.
- Promover la orientación profesional de los estudiantes.
- Coordinar la elaboración de la Memoria Académica de Titulación.

Las responsabilidades de la coordinación se distribuyen de la siguiente forma:

- Coordinador/a de asignaturas: gestiona y organiza la actividad docente de las asignaturas, asegurando la aplicación adecuada de lo dispuesto en el Proyecto de la Titulación.
- Coordinador/a de trabajo de fin de máster: gestiona y organiza la oferta de trabajos de fin de máster por parte del equipo docente, la selección por el alumnado y el seguimiento de su desarrollo hasta la defensa pública.

La Comisión Académica del Máster se ocupará de

- Supervisar los criterios de selección del alumnado admitido en el máster.
- Gestionar la transferencia y reconocimiento de créditos, de acuerdo con la normativa antes explicada.
- Asignar las tutorías académicas.
- Supervisar el correcto cumplimiento de los objetivos académicos.
- Gestionar, supervisar y resolver todos los aspectos del funcionamiento del máster.
- Recoger y estudiar las necesidades y propuestas del alumnado y del personal administrativo y docente.
- Decidir qué estudiantes deben cursar la asignatura Introducción a la Mecánica Cuántica

4.8 Fichas de Materias

Materia 1: FUNDAMENTOS		
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia	Idioma
15	OBLIGATORIA	Inglés
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios		
S1 – 15 créditos		
Resultados de aprendizaje que adquiere el estudiante con esta asignatura		
RFA1, FRA2, RFA6, RFA7, RFA15		
Actividades formativas de la materia indicando contenido en horas y % de presencialidad		
Denominación	Horas	% presencial.
AF1 Lección magistral	125	0
AF3 Tutorías individuales y/o colectivas	20	0
AF4 Estudio individual y trabajo autónomo del estudiante	200	0
AF5 Elaboración de trabajos individuales y/o en grupo	20	0
AF6 Pruebas de evaluación	10	0
Metodologías docentes que se utilizarán en esta materia		
MD1 Clases magistrales en formato online asíncrono MD2 Resolución de casos prácticos MD4 Ponencias sobre los trabajos o entregables de problemas MD6 Tutorías individuales y/o colectivas		
Sistemas de evaluación y calificación. Indicar su ponderación máxima y mínima		
Denominación	Ponderación mín.	Ponderación máx.
SE1 Valoración de la participación en tutorías	0	20
SE2 Valoración de informes, prácticas y trabajos individuales o en grupo	0	40

SE4 Examen final oral o escrito	40	100
Contenidos		
<p>Fundamentos de las tecnologías cuánticas (3 créditos)</p> <p>Esta asignatura establece los fundamentos matemáticos y la motivación física que sustentan el desarrollo de la teoría cuántica y sus aplicaciones tecnológicas. Se parte de la distinción entre teoría cuántica (la teoría abstracta de probabilidades que da lugar a la teoría cuántica de la información usando los espacios de Hilbert como herramienta matemática) y la mecánica cuántica (la teoría física que surge al aplicar la teoría cuántica a sistemas físicos como átomos y fotones).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introducción histórica y conceptual. 1ra y 2da revolución cuántica. - Postulados de la teoría cuántica y herramientas matemáticas. - Operador densidad. Estados puros y mezcla. - Entropía de von Neumann. - Transformaciones reversibles. - Descripción de sistemas compuestos. - Estados entrelazados. - Descomposición de Schmidt. - Purificación. <p>Referencias:</p> <p>L. E. Ballentine, Quantum Mechanics: A Modern Development (World Scientific, 2014).</p> <p>M. Fayngold y V. Fayngold, Quantum Mechanics and Quantum Information (Wiley-VCH, 2013).</p> <p>C. J. Isham, Lectures on Quantum Theory: Mathematical and Structural Foundations (Imperial College Press, 1995).</p> <p>M. A. Nielsen e I. L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information (Cambridge University Press, 2000), Cap. 2.</p> <p>J. Preskill, Lectures Notes on Quantum Computation (http://theory.caltech.edu/people/preskill/ph229/), Caps. 2-4.</p> <p>V. Scarani, C. Lynn y L. S. Yang, Six Quantum Pieces: A First Course in Quantum Physics (World Scientific, 2010).</p>		

A. Peres, *Quantum Theory: Concepts and Methods* (Kluwer, 1993).

C. Cohen-Tannoudji, B. Diu y F. Laloë, *Quantum Mechanics. Volume 1: Basic Concepts, Tools, and Applications* (Wiley, 2020).

Teoría cuántica de la información (6 créditos)

Esta asignatura facilitará la adquisición de todos los conceptos fundamentales para entender el procesamiento de la información usando sistemas cuánticos. La asignatura aborda aspectos fundamentales de teoría de la información y su aplicación a sistemas cuánticos. Detalla los elementos fundamentales de todos los algoritmos y operaciones cuánticas, como medidas, puertas, limitaciones fundamentales. Ofrece una visión global de la complejidad de las tareas computacionales y cómo éstas cambian en un contexto cuántico. Aborda los fundamentos de la mecánica cuántica y conceptos como entrelazamiento y correlación.

- Nociones de teoría de la probabilidad
- Nociones de teoría clásica de la información.
- Qubits, medidas generalizadas y puertas cuánticas. Universalidad. Teletransporte y teoremas no-go.
- Introducción elemental a la criptografía cuántica.
- Entropías cuánticas y sus interpretaciones.
- Canales cuánticos.
- Entrelazamientos, desigualdades de Bell y no-localidad.
- Teoría cuántica de la detección.
- Protocolos de procesamiento de información cuántica.

Referencias:

M. A. Nielsen e I. L. Chuang, *Quantum Computation and Quantum Information*, Cambridge University Press (2000).

J. Preskill, *Lectures Notes on Quantum Computation*, Cap 10.

J. M. Renner, R. Renner y M. Christandl, *Lecture Notes on Quantum Information Theory*

Teoría cuántica avanzada (6 créditos)

Esta asignatura ofrece un paquete de temas de carácter transversal de utilidad en el resto del máster.

- Principios básicos de sistemas de muchos cuerpos y materia cuántica avanzada. Segunda cuantización, teoría de perturbaciones, transiciones de fase, superconductividad y magnetismo.
- Principios básicos de óptica cuántica: cuantización del campo electromagnético, modelos de interacción luz-materia, transformaciones ópticas lineales, fotoemisión y fotodetección.
- Introducción a los sistemas cuánticos abiertos: evolución markoviana; ecuaciones de Lindblad; decoherencia, desfasaje y disipación; modelos microscópicos.
- Conceptos de topología: fases geométricas; fases topológicas y número de Chern; correspondencia “bulk-boundary”; modelos elementales; aniones.

Referencias

- A. Altland And B. Simons, *Condensed Matter Field Theory*, Cambridge Univ. Press (2010).
- P. Coleman, *Introduction to Many Body Physics*, Cambridge Univ. Press (2015).
- A. Auerbach, *Interacting Electrons and Quantum Magnetism*, Springer (2012).
- G. Giuliani and G. Vignale, *Quantum Theory of the Electron Liquid*, Cambridge Univ. Press (2012).
- H.P. Breuer and F. Petruccione, *The Theory of Open Quantum Systems*, Oxford Univ. Press (2010).
- U. Weiss, *Quantum Dissipative Systems*, World Scientific (2012).
- C.W. Gardiner and P. Zoller, *Quantum Noise*, Springer (2004).
- C. Cohen-Tannoudji, J. Dupont-Roc, G. Grynberg, *Photons and Atoms: Introduction to Quantum Electrodynamics*, Wiley-VCH Verlag (2004).
- C. Cohen-Tannoudji, J. Dupont-Roc, G. Grynberg, *Atom-Photon Interactions: Basic Processes and Applications*, Wiley-VCH Verlag (2004).
- C. Gerry and P. Knight, *Introductory Quantum Optics*, Cambridge Univ. Press (2005).
- A. Rivas and S. F. Huelga, *Open Quantum Systems: An Introduction*, Springer (2012).
- Arno Bohm et al., *The Geometric Phase in Quantum Systems*, Springer (2003).
- D. Chruscinski and A. Jamiolkowski, *Geometric Phases in Classical and Quantum Mechanics*, Birkhäuser (2004).
- B. A. Bernevig and T. L. Hughes, *Topological Insulators and Superconductors*, Princeton University Press (2013).

K. K. Asboth, L. Oroszlany and A. Palyi, *A short course on Topological Insulators*, Springer (2016).

J. K. Pachos, *Introduction to Topological Quantum Computation*, Cambridge Univ. Press (2012)

Observaciones

Teoría cuántica avanzada

Para cursar la asignatura cuántica avanzada es necesario que el estudiante cuente con conocimientos de física clásica (electromagnetismo, física estadística, etc.) y elementos de física cuántica.

INFORMACIÓN SOBRE LAS ASIGNATURAS

Denominación: Fundamentos de ciencia y tecnología

Número de créditos ECTS	Carácter de la materia	Idioma	Semestre
3	OBLIGATORIA	Inglés	S1 3

Denominación: Teoría cuántica de la información

Número de créditos ECTS	Carácter de la materia	Idioma	Semestre
6	OBLIGATORIA	Inglés	S1 6

Denominación: Teoría cuántica avanzada

Número de créditos ECTS	Carácter de la materia	Idioma	Semestre
6	OBLIGATORIA	Inglés	S1 6

Materia 2: TECNOLOGÍAS CUÁNTICAS		
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia	Idioma
24	OPTATIVA	Inglés
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios		
S1 – 12 créditos y S2 – 12 créditos		
Resultados de aprendizaje que adquiere el estudiante con esta asignatura		
RFA2, RFA4, RFA6, RFA8, RFA9, RFA10, RFA11, RFA12, RFA13, RFA15, RFA16, RFA17, RFA18, RFA19, RFA20, RFA21, RFA22, RFA23, RFA24, RFA26, RFA27, RFA28, RFA29, RFA30		
Actividades formativas de la materia indicando contenido en horas y % de presencialidad		
Denominación	Horas	% presencial.
AF1 Lección magistral	130	0
AF2 Clases prácticas	90	10
AF3 Tutorías individuales y/o colectivas	40	5
AF4 Estudio individual y trabajo autónomo del estudiante	290	0
AF5 Elaboración de trabajos individuales y/o en grupo	50	10
Metodologías docentes que se utilizarán en esta materia		
MD1 Clases magistrales MD2 Resolución de casos prácticos MD3 Prácticas de programación o de laboratorio MD4 Ponencias sobre los trabajos o entregables de problemas MD5 Seminarios y conferencias MD6 Tutorías individuales y/o colectivas		
Sistemas de evaluación y calificación. Indicar su ponderación máxima y mínima		
Denominación	Ponderación mín.	Ponderación máx.

SE1 Valoración de la participación en tutorías	10	30
SE2 Valoración de informes, prácticas y trabajos individuales o en grupo	20	50
SE3 Valoración de exposiciones orales de trabajos	20	50
SE4 Examen final oral o escrito	40	100

Contenidos

Criptografía y comunicación cuántica (6 créditos)

Esta asignatura ofrece un programa completo sobre la capacidad de los sistemas cuánticos para transmitir información y distribuir claves para la comunicación segura de datos por medios clásicos. La asignatura cubre los aspectos teóricos más importantes, protocolos fundamentales, aplicaciones en sistemas físicos concretos y la integración de esta tecnología en las redes digitales ya existentes.

- Introducción a la criptografía clásica y cuántica.
- Protocolos de distribución cuántica de clave.
- Seguridad de la distribución cuántica de clave.
- Implementaciones tecnológicas.
- Limitaciones físicas y fundamentales.
- Redes de distribución cuántica de clave.
- Seguridad de las implementaciones y hackeo cuántico.
- Repetidores cuánticos.
- Otras aplicaciones de la criptografía cuántica.

Referencias

V. Scarani et al, Rev. Mod. Phys. 81, 1301 (2009).

H.-K. Lo, M. Curty, and K. Tamaki, Nat. Photonics 8, 595 (2014).

F. Xu, X. Ma, Q. Zhang, H.-K. Lo, and J.-W. Pan, Rev. Mod. Phys. 92, 025002 (2020).

M. Razavi, An Introduction to Quantum Communication Networks, IOP Concise Physics (2018).

M. Tomamichel, Quantum Information Processing with Finite Resources, Springer (2016).

Computación cuántica: teoría y aplicaciones prácticas (6 créditos)

Introducción a la computación cuántica desde los fundamentos y algoritmos principales, formas de computación cuántica alternativas al modelo de circuito (paseos cuánticos, *measurement-based quantum computation*) y desarrollos más recientes para la solución de problemas de optimización. La asignatura pretende dar una visión muy completa que engloba fundamentos teóricos, hasta métodos prácticos que se encuentran ahora mismo en experimentación. La asignatura sería útil al alumnado con un perfil académico, pero también sería una formación útil para incorporarse al sector emergente de startups o empresas en el sector de la computación cuántica.

- Introducción a la computación cuántica
- Conceptos básicos: qubit, puertas cuánticas, universalidad
- Algoritmos fundamentales: Deutsch-Josza, Simon, Grover, QFT, quantum estimation, Shor, quantum counting.
- Introducción a Qiskit y programación de algoritmos
- Ruido y corrección de errores
- Otros modelos de computación cuántica
- Teoría de la complejidad computacional cuántica
- Computación cuántica práctica y aplicaciones de programación

Referencias

M. Nielsen and I. Chuang, *Quantum Computation and Quantum Information*, Cambridge Univ. Press (2000).

A. M. Childs, *Lecture Notes on Quantum Algorithms*, University of Maryland, 30 May 2017, <https://www.cs.umd.edu/~amchilds/qa/qa.pdf>

R. de Wolf, *Quantum Computing: Lecture Notes*, University of Amsterdam

S. Gharibian, *Lecture Notes on Quantum Complexity Theory*, 2019, http://groups.uni-paderborn.de/fg-qi/courses/UPB_QCOMPLEXITY/2019/UPB_QCOMPLEXITY_syllabus.html

J. Watrous, *Quantum Computational Complexity*, 2008 <https://arxiv.org/abs/0804.3401>
 “Quantum Computing for Highschool Students”, <https://p.migdal.pl/2016/08/15/quantum-mechanics-for-high-school-students.html>

A. Montanaro, *Quantum algorithms: an overview*, npj Quantum Inf. 2, 15023 (2016), <https://doi.org/10.1038/npjqi.2015.23>.

S. Aaronson, *Read the fine print*, Nature Physics 11:291-293, 2015, <http://www.scottaaronson.com/papers/qml.pdf>

Sistemas abiertos y termodinámica cuántica (3 créditos)

La termodinámica cuántica, junto a los sistemas cuánticos abiertos, es uno de los campos de investigación más activos en la actualidad. El desarrollo de la nanotecnología y la capacidad para controlar sistemas en el régimen cuántico han hecho necesario el estudio de las propiedades termodinámicas de los sistemas microscópicos. Este estudio será muy relevante desde el punto de vista tecnológico, pero también desde el fundamental al replantear cuestiones como la definición de las propiedades macroscópicas en sistemas microscópicos.

- Teoría y modelos de disipación markoviana
- Disipación en sistemas extendidos
- Sistemas con acoplo fuerte al baño
- Modelos no markovianos
- Principios de la termodinámica cuántica
- Máquinas térmicas cuánticas
- Transporte y control cuántico
- Teoría de fluctuaciones
- Transiciones de fase térmicas vs. Cuánticas

Referencias

H.P. Breuer and F. Petruccione, *The Theory of Open Quantum Systems*, Oxford Univ. Press (2002).

J. Gemmer, M. Michel and G. Mahler. *Quantum Thermodynamics: Emergence of Thermodynamic Behavior Within Composite Quantum Systems*, Springer (2005).

F. Binder, L.A. Correa, C. Gogolin, J. Anders, and G. Adesso (Eds). *Thermodynamics in the Quantum Regime*, Springer (2018).

Machine learning y ordenadores cuánticos (3 créditos)

Tanto la inteligencia artificial como la computación cuántica son dos de los temas de investigación más activos actualmente. Esto ha dado lugar al campo conocido como *Quantum Machine Learning*, en el que los ordenadores cuánticos son utilizados para el

diseño de algoritmos con la capacidad de realizar una tarea mediante aprendizaje. Esta asignatura proporciona una visión unificada de las alternativas cuánticas y clásicas en el aprendizaje automático.

- Introducción al aprendizaje automático clásico: clasificación; aprendizaje supervisado no supervisado; regresión; reducción de dimensionalidad y clustering.
- Introducción al aprendizaje automático cuántico: algoritmo HHL; sistemas de recomendación; reducción dimensional; clasificadores cuánticos supervisados y aprendizaje cuántico no-supervisado.
- Aprendizaje por refuerzo clásico y cuántico.
- Redes neuronales clásicas y sus alternativas cuánticas.
- Aplicaciones.

Referencias

S.J. Russell & P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Prentice Hall (2003).

S. Das Sarma, D.L. Deng & L.M. Duan, *Machine Learning meets Quantum Physics*, *Physics Today*, 72, 48 (2019).

Control cuántico (3 créditos)

Esta asignatura introducirá los conceptos de la teoría de control de sistemas cuánticos. El control de sistemas es la herramienta que permite transformar el conocimiento básico en tecnología. El principal objetivo del control de sistemas es diseñar estrategias de manipulación que permitan dirigir a los sistemas desde una configuración inicial hasta una configuración final deseada en un proceso sujeto a restricciones tales como tiempo de ejecución o energía empleada. Hoy en día, el logro de poder manipular la naturaleza a escala cuántica tiene un potencial sobresaliente para el desarrollo de aplicaciones actuales y futuras. El objetivo general del control cuántico es manipular sistemas a escala microscópica, diseñando estrategias que exploten las propiedades cuánticas del sistema de la mejor manera posible. Es por esto que el control cuántico es parte del esfuerzo para desarrollar tecnologías cuánticas desde los fundamentos básicos hasta la aplicación final.

- Teoría de control.
- Control de sistemas cuánticos cerrados: adiabaticidad; control estado a estado; control óptimo realimentado; ligaduras experimentales; diseño de operaciones unitarias.

- Control de sistemas cuánticos abiertos: efectos de decoherencia; optimización de sistemas abiertos; ingeniería de baños.
- Métodos avanzados: herramientas numéricas y aplicaciones.

Referencias

H.M. Wiseman and G.J. Milburn. Quantum Measurement and Control. Cambridge University Press, 2009.

M.A. Nielsen and I.L. Chuang. Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge University Press, 2000.

C.W. Gardiner and P. Zoller Quantum Noise. Springer, 2010.

X. Mao, Stochastic Differential Equations and Applications, Elsevier, 2007.

Implementación de tecnologías cuánticas (3 créditos)

Esta asignatura ofrece una introducción a las diversas plataformas experimentales que se han desarrollado para aplicaciones en comunicación, sensado, simulación y computación cuánticos, que se complementará en la asignatura Laboratorio de Tecnologías Cuánticas y en las asignaturas específicas, de forma práctica y/o con teoría y fundamentos. La asignatura pretende dar una visión general de cómo se implementan dispositivos y/o técnicas que contribuyen a llevar a cabo cada una de estas tecnologías.

- Implementaciones de comunicación cuántica y distribución de clave cuántica.
- Plataformas para simulación y computación cuántica: qubits de espín; qubits superconductores; iones atrapados y átomos ultrafríos; sistemas híbridos.
- Sensores cuánticos: sensores superconductores; sensores de centros de color; amplificadores paramétricos
- Metrología cuántica: detectores de un solo fotón; relojes ópticos.

Referencias

N. Gisin et al, *Quantum cryptography*, Reviews of Modern Physics, 74 (2002).

M. Sasaki, *Quantum networks: where should we be heading?*, Quantum Sci. Technol. 2, 020501, (2017).

A. Sergienko, *Quantum communications and cryptography*, Taylor & Francis Group (2006).

I. Bloch, J. Dalibard, and W. Zwerger, *Many-body physics with ultracold gases*, Review of Modern Physics 80, 885 (2008).

G. Grynberg, A. Aspect, C. Fabre, *Introduction to Quantum Optics*, Cambridge Univ. Press (2010).

F.G. Major, V.N. Gheorghe, G. Werth, *Charged Particle Traps*, Springer (2009).

F.G. Major, V.N. Gheorghe, G. Werth, *Charged Particle Traps II*, Springer (2009).

M. Brownnutt, M. Kumph, P. Rabl, and R. Blatt, *Ion-trap measurements of electric-field noise on surfaces*, Review of Modern Physics 87, 1419 (2015).

A. Bautista-Salvador et al, *Multilayer ion trap technology for scalable quantum computing and quantum simulation*, New Journal of Physics 21, 043011 (2019).

Circuitos cuánticos superconductores (3 créditos)

Esta asignatura introducirá al alumnado a los circuitos cuánticos construidos con superconductores tipo I y II, tal y como se emplean actualmente en diferentes ordenadores y simuladores cuánticos fabricados por IBM, Google, D-Wave y otras empresas y laboratorios.

- Introducción a la superconductividad
- Teoría cuántica de circuitos
- Fotones y elementos lineales
- Qubits superconductores
- Interacción qubit-fotón y qubit-qubit, y medidas
- Aplicación a ordenadores cuánticos y optimizadores cuánticos

Referencias

M. Tinkham, *Introduction to superconductivity*, Courier Corporation (2004).

Lecture notes: Quantum Information and Quantum Optics with Superconducting Circuits, Juan José García-Ripoll.

A. Blais, A. L. Grimsmo, S. M. Girvin, A. Wallraff, *Circuit Quantum Electrodynamics*, Rev. Mod. Phys. 93, 025005 (2021)

Nanofotónica cuántica (3 créditos)

Esta asignatura proporcionará una introducción a la interacción entre emisores cuánticos y luz confinada en dimensiones menores que la longitud de onda, característicos de los sistemas nanofotónicos, e.g., cristales fotónicos, nanoguías de onda y nanopartículas dieléctricas y metálicas (sistemas plasmónicos). Se pondrá especial énfasis en las

particularidades de la interacción luz-materia en sistemas con pérdidas con distinta dimensionalidad (0D, 1D y 2D), contrastándolo con los sistemas tradicionales de óptica cuántica en vacío y electrodinámica cuántica en macrocavidades. Se introducirán los sistemas experimentales de estado sólido más avanzados actuales y aplicaciones de tecnologías cuánticas actuales y futuras en el régimen óptico (emisores de un sólo fotón, óptica cuántica integrada en nanoguías y microscopía cuántica).

- Electrodinámica cuántica macroscópica
 - Métodos teóricos: tensores de Green, ecuaciones maestras y modelos colectivos
 - Interacción luz-materia en sistemas cero-dimensionales, 1D y 2D
 - Interacción entre emisores y cavidades, guías de onda y materiales 2D
 - Óptica cuántica en dieléctricos no-lineales
 - Medida y espectroscopía cuántica y clásica
 - Aplicaciones de la nanofotónica
- Temas avanzados en microscopía cuántica, metamateriales, topología fotónica y optomecánica.

Referencias

L. Novotny, *Principles of Nano-Optics*, Cambridge Univ. Press (2006).

S. Y. Buhmann, *Dispersion Forces II: Many-Body Effects, Excited Atoms, Finite Temperature and Quantum Friction*, Springer (2012).

S. Y. Buhmann and D.-G. Welsch, *Dispersion forces in macroscopic quantum electrodynamics*, Prog. Quantum Electron. 31 (2), 51 (2007).

Tecnologías Cuánticas con Fotones y Átomos (3 créditos)

Esta asignatura proporcionará al alumnado una introducción a los principios básicos de interacción luz-materia, así como a los dos sistemas de física atómica más relevantes para tecnologías cuánticas: iones atrapados y átomos ultrafríos en redes ópticas. Además de introducir la física de estos sistemas atómicos se explicarán implementaciones concretas de puertas cuánticas y simulaciones cuánticas que están en la base de muchas tecnologías de computación cuántica. La asignatura contiene también lecciones sobre la implementación en el laboratorio de estas ideas y proporcionará una perspectiva privilegiada sobre los límites y oportunidades de este campo. La asignatura está orientada a estudiantes con un perfil teórico o experimental y es imprescindible para investigar en un área que

comprendería más de la mitad del campo de tecnologías cuánticas, si atendemos al criterio, por ejemplo, del Quantum Flagship europeo.

- Interacción luz-átomo
- Atrapamiento de átomos con luz
- Átomos en cavidades y efectos colectivos
- Iones atrapados: enfriamiento y atrapamiento; implementación de ordenadores cuánticos y simuladores cuánticos con iones.
- Átomos ultrafríos: enfriamiento y atrapamiento en redes ópticas; simulación cuántica con átomos ultrafríos; modelos de Bose-Hubbard, modelos de espín y campos gauge; átomos de Rydberg.

Referencias

C. Cohen-Tannoudji, J. Dupont-Roc, G. Grynberg, *Photons and Atoms: Introduction to Quantum Electrodynamics*, Wiley-VCH (2004).

C. Cohen-Tannoudji, J. Dupont-Roc, G. Grynberg, *Atom-Photon Interactions: Basic Processes and Applications*, Wiley-VCH (2004).

J. Weiner, P.T. Ho, *Light-Matter Interaction: Fundamentals and applications (Vol 1)*, Wiley-VCH (2003).

D. F. Walls, G. J. Milburn, *Quantum Optics*, Springer (2008).

I. Bloch, J. Dalibard, and W. Zwerger, *Many-body physics with ultracold gases*, Review of Modern Physics 80, 885 (2008).

H. Haefner, C.F. Roos, R. Blatt, *Quantum computing with trapped ions*, Phys. Rep. 469, 155-203 (2008)

Qubits semiconductores y sistemas híbridos (3 créditos)

Esta asignatura ofrece una visión sobre bits cuánticos en distintas plataformas basadas en dispositivos semiconductores e híbridos. Se obtendrá una visión global sobre diferentes tipos de qubits en diversos materiales y dispositivos de estado sólido. Estos incluyen impurezas en silicio y diamante; espines de átomos y moléculas magnéticas y puntos cuánticos; así como propuestas y aplicaciones basadas en la combinación de estos sistemas con superconductores, incluyendo qubits topológicos basados en estados de Majorana e implementaciones híbridas en arquitecturas de tipo circuit QED. Aparte de discutir plataformas específicas, se ofrece una introducción sobre conceptos básicos de física de semiconductores; sobre nanoestructuras con aplicación en tecnologías cuánticas; y sobre conceptos fundamentales de la física de espines que ilustran de manera particularmente sencilla fenómenos como decoherencia, termalización y control coherente.

- Introducción a la física de semiconductores, impurezas y espines localizados
- Nanoestructuras: gas de electrones 2D, puntos e hilos cuánticos
- Interacción espín-órbita en semiconductores
- Átomos y moléculas artificiales en impurezas, puntos cuánticos y centros de color
- Bits cuánticos en circuitos electrónicos multicanal
- Estados de Majorana y qubits topológicos
- Sistemas híbridos basados en circuitos superconductores

Referencias

- R. Winkler, *Spin-orbit Coupling Effects in Two-Dimensional Electron and Hole Systems* (Springer, 2003).
- T. Ihn, *Semiconductor Nanostructures*, (Oxford University Press, 2010)
- C.W.J. Beenakker, *Electron-hole entanglement in the Fermi sea*, Proc. Int. School Phys. E. Fermi, Vol. 162 (IOS Press, Amsterdam, 2006), <https://arxiv.org/abs/cond-mat/0508488>.
- Yu. V. Nazarov & Ya. M. Blanter, *Quantum Transport* (Cambridge University Press, 2009).
- G. Burkard et al., *Superconductor–semiconductor hybrid-circuit quantum electrodynamics*, Nature Reviews Physics 2, 129 (2020).
- R. Aguado, *A perspective on semiconductor-based superconducting qubits*, Appl. Phys. Lett. 117, 240501 (2020).

Sensores cuánticos y metrología (3 créditos)

Esta asignatura introduce los principales conceptos de la metrología cuántica y del sensado cuántico, obteniendo una visión global de los fundamentos teóricos, implementaciones experimentales y aplicaciones tecnológicas de esos sensores.

- Introducción y fundamentos teóricos del sensado y la metrología cuántica
- Sensores basados en centros de color en diamantes: propiedades, dinámica y control cuántico, aplicaciones experimentales en NMR y magnetometría.
- Sensores basados en superconductores: SQUIDs, funcionamiento y aplicaciones a resonancia de espín; detectores superconductores de radiación.
- Metrología cuántica. Estándares cuánticos eléctricos. Relojes atómicos. Espectroscopía de precisión y espectroscopía de masas.
- Microscopios de fuerza AFM.

Referencias

C.L. Degen, F. Reinhard, and P. Cappellaro, *Quantum Sensing*, Rev. Mod. Phys. 89, 035002 (2017).

Waldemar Nawrocki, *Introduction to quantum metrology*, Springer (2015).

J.M. Taylor et al., *High-sensitivity diamond magnetometer with nanoscale resolution*, Nat. Phys. 4 (10), 810 (2008).

L. Pezze, A. Smerzi, M. Oberthaler, R. Schmied and P. Treutlein, *Quantum metrology with nonclassical states of atomic ensembles*, Rev. Mod. Phys. 90, 035005 (2018).

Micro/nano fabricación para tecnologías cuánticas (3 créditos)

El objetivo de esta asignatura es presentar los fundamentos de los procesos de micro y nano fabricación de estructuras y dispositivos, y su aplicación en tecnologías cuántica. El alumnado obtendrá una visión global de los métodos de nanofabricación, lo que le permitirá evaluar las posibilidades y limitaciones actuales para la realización práctica de sistemas cuánticos para aplicaciones en computación, comunicación y sensado.

El temario teórico de la asignatura se complementa con prácticas en las cuales se diseñarán y simularán procesos de fabricación, y se asistirá a sesiones de demostración (que podrán ser presenciales o virtuales dependiendo de los recursos disponibles).

- Introducción a la micro/nano fabricación
- Procesos de litografía
- Integración de procesos para tecnologías cuánticas

- Técnicas esenciales de caracterización
- Sesiones prácticas: simulación, diseño y demostración del proceso

Referencias

Marc J. Madou *Fundamentals of Microfabrication. The Science of Miniaturization. Second Edition.* Taylor & Francis Group (2002).

J. M. De Teresa (editor) *Nanofabrication: Nanolithography techniques and their applications.* Institute of Physics (U.K.) (2020).

Laboratorio de tecnologías cuánticas (6 créditos)

Esta asignatura proporciona una formación básica en algunas de las técnicas experimentales que se aplican en los laboratorios en los que se llevan a cabo experimentos relacionados con comunicación, simulación, computación y sensores cuánticos. Asimismo, ofrece un contacto directo con la realización y análisis de estos experimentos, así como con sus entornos instrumentales.

La asignatura consta de dos partes. La parte primera (2 ECTS) proporciona una visión teórica de las técnicas experimentales, principalmente alrededor de los temas de

- Física de bajas temperatura
- Tecnología de microondas
- Fundamentos de láseres y detectores

En la segunda parte el alumnado debe realizar 4 de las siguientes prácticas

- Análisis de señales de fotones individuales mediante técnicas de correlado de tiempo para sistemas de comunicación cuántica (ITEFI-CSIC)
- Fuentes de un solo fotón semiconductoras (INM-CNM)
- Generación de un bit cuántico con un ion atrapado (Univ. Granada)
- Localización y caracterización de un centro NV-en diamante (Univ. Murcia)
- Control coherente de qubits de espín (INMA / Univ. Zaragoza)
- Uniones Josephson y SQUIDS (INMA / Univ. Zaragoza)
- Resonadores superconductores y sistemas híbridos (INMA / Univ. Zaragoza)
- Espectroscopía por efecto túnel en nanohilos híbridos (UAM)
- Bloqueo de Coulomb en nanohilos con superconductividad inducida (UAM)
- Uniones Josephson híbridas superconductoras-semiconductoras (UAM)
- Detección de un solo fotón con un detector cuántico superconductor (INMA)

Referencias

C.L. Degen, F. Reinhard, and P. Cappellaro, *Quantum Sensing*, Rev. Mod. Phys. 89, 035002 (2017).

Waldemar Nawrocki, *Introduction to quantum metrology*, Springer (2015).

J.M. Taylor et al., *High-sensitivity diamond magnetometer with nanoscale resolution*, Nat. Phys. 4 (10), 810 (2008).

L. Pezze, A. Smerzi, M. Oberthaler, R. Schmied and P. Treutlein, *Quantum metrology with nonclassical states of atomic ensembles*, Rev. Mod. Phys. 90, 035005 (2018).

Observaciones

Nanofotónica cuántica: el estudiante que desee cursar esta asignatura deberá haber cursado asignaturas de electromagnetismo del grado.

Qubits semiconductores y sistemas híbridos: El estudiante que desee cursar esta asignatura alumnado deberá poseer conocimientos básicos de física del estado sólido.

Laboratorio de tecnologías cuánticas: las prácticas de laboratorio tienen un carácter presencial, en grupos reducidos, pero en algunas de ellas se habilitarán también medios telemáticos para facilitar el acceso remoto de estudiantes. También se coordinarán varias prácticas para que puedan llevarse a cabo en un mínimo de tiempo (por ejemplo, las prácticas 2 y 3 se pueden combinar en dos días consecutivos). Para superar la asignatura, cada alumno/a deberá participar en al menos cuatro de las prácticas, cada una de las cuales representa un crédito, llevar a cabo el análisis de resultados y completar un informe experimental que incluya respuestas a un cuestionario.

INFORMACIÓN SOBRE LAS ASIGNATURAS

Denominación: Criptografía y comunicación cuánticas

Número de créditos ECTS	Carácter de la materia	Idioma	Semestre
6	OPTATIVA	Inglés	S1 6

Denominación: Computación cuántica: teoría y aplicaciones prácticas

Número de créditos ECTS	Carácter de la materia	Idioma	Semestre
6	OPTATIVA	Inglés	S1 6

Denominación: Sistemas abiertos y termodinámica cuántica			
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia	Idioma	Semestre
6	OPTATIVA	Inglés	S1 6
Denominación: Machine learning y ordenadores cuánticos			
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia	Idioma	Semestre
3	OPTATIVA	Inglés	S1 3
Denominación: Control cuántico			
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia	Idioma	Semestre
3	OPTATIVA	Inglés	S2 3
Denominación: Implementación de tecnologías cuánticas			
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia	Idioma	Semestre
3	OPTATIVA	Inglés	S1 3
Denominación: Circuitos cuánticos superconductores			
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia	Idioma	Semestre
3	OPTATIVA	Inglés	S2 3
Denominación: Nanofotónica cuántica			
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia	Idioma	Semestre
3	OPTATIVA	Inglés	S2 3
Denominación: Tecnologías cuánticas con fotones y átomos			
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia	Idioma	Semestre
3	OPTATIVA	Inglés	S2 3
Denominación: Qubits en semiconductores y sistemas híbridos			

Número de créditos ECTS	Carácter de la materia	Idioma	Semestre
3	OPTATIVA	Inglés	S2 3
Denominación: Sensores cuánticos (Quatum metrology and sensing)			
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia	Idioma	Semestre
6	OPTATIVA	Inglés	S2 6
Denominación: Micro/nano fabricación para tecnologías cuánticas			
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia	Idioma	Semestre
3	OPTATIVA	Inglés	S2 3
Denominación: Laboratorio de tecnologías cuánticas			
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia	Idioma	Semestre
6	OPTATIVA	Inglés	S2 6

Materia 3: TEMAS AVANZADOS DE TECNOLOGÍAS CUÁNTICAS		
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia	Idioma
3	OBLIGATORIA	Inglés
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios		
S2 – 3 créditos		
Resultados de aprendizaje que adquiere el estudiante con esta asignatura		
RFA12, RFA13, RFA15, RFA16, RFA19, RFA21		
Actividades formativas de la materia indicando contenido en horas y % de presencialidad		
Denominación	Horas	% presencial.
AF7 Organización de congreso	75	100*
Metodologías docentes que se utilizarán en esta materia		
MD1 Clases magistrales MD5 Seminarios y conferencias		
Sistemas de evaluación y calificación. Indicar su ponderación máxima y mínima		
Denominación	Ponderación mín.	Ponderación máx.
SE6 Valoración de asistencia y participación en la organización del congreso-escuela	100	100
Contenidos		
<ul style="list-style-type: none"> - Seminarios de temática avanzada de tecnologías cuánticas impartidos por profesorado invitado. - Defensa de tesis de fin de máster. 		
Observaciones		

De manera justificada (por ejemplo, alumnado con residencia fuera de España) se podrá asistir online. En este caso, existirá sincronía del estudiante durante las sesiones pero debido a que con el RD822/2021 la sincronía no se considera presencialidad la actividad formativa en cuanto a presencialidad será 0, es decir,
AF1 Lecciones magistrales 150 horas – 0% de presencialidad.

Denominación: Congreso-escuela de tecnologías cuánticas

Número de créditos ECTS	Carácter de la materia	Idioma	Semestre
3	OBLIGATORIA	Inglés	S2 3

Materia 4: TRABAJO DE FIN DE MÁSTER		
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia	Idioma
18	TFM	Inglés
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios		
S2 – 18 créditos		
Resultados de aprendizaje que adquiere el estudiante con esta asignatura		
RFA14, RFA15, RFA17, RFA18, RFA19, RFA20, RFA21, RFA22		
Actividades formativas de la materia indicando contenido en horas y % de presencialidad		
Denominación	Horas	% presencial.
AF3 Tutorías individuales y/o colectivas	60	5
AF5 Elaboración de trabajos individuales y/o en grupo	438	0
AF7 Presentación y defensa del TFM	2	5
Metodologías docentes que se utilizarán en esta materia		
MD6 Tutorías individuales y/o colectivas		
Sistemas de evaluación y calificación. Indicar su ponderación máxima y mínima		
Denominación	Ponderación mín.	Ponderación máx.
SE5 Valoración de la memoria y defensa pública del TFM	100	100
Contenidos		
Trabajo de investigación original elaborado bajo la dirección o co-dirección de profesorado de máster.		
Observaciones		

Denominación: Trabajo de Fin de Máster			
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia	Idioma	Semestre
18	TFM	Inglés	S2 18

5. PERSONAL ACADÉMICO

5.1. Profesorado

El número de profesores destinados a impartir docencia en el título es de 60 docentes pertenecientes a centros universitarios o al CSIC. Todo el profesorado actúa dentro del ámbito de conocimiento de Física y Astronomía.

El profesorado que impartirá docencia en este título posee la cualificación necesaria en cuanto a:

- Nivel C1 de inglés para impartir la docencia en dicho idioma.
- Experiencia en impartir docencia a través de plataformas virtuales que permitan un proceso de enseñanza y aprendizaje a distancia.

La distribución de profesorado por categorías y asignaturas se puede visualizar en la tabla que se muestra a continuación:

PROFESORADO DEDICADO AL TÍTULO					
CATEGORIAS	Total (#)	Total (%)	Doctores (%)	Créditos ECTS	Asignaturas
Catedrático de Universidad	7	11	100	11	A1, A2, A4, A5, A6, A8, A9, A12, A14, A16, A17, A18
Titular de Universidad	9	15	100	14	A3, A4, A6, A7, A8, A9, A13, A14, A16, A17, A18
Profesor de Investigación (CSIC)	9	15	100	14	A3, A5, A9, A10, A11, A13, A14, A15, A17, A18
Investigador Científico (CSIC)	5	9	100	9	A2, A3, A5, A6, A9, A10, A13, A17, A18
Científico Titular (CSIC)	9	15	100	15	A3, A4, A5, A7, A9, A11, A12, A13, A14, A16, A17, A18
No permanente (doctor)	9	15	100	14	A2, A3, A5, A6, A7, A8, A10, A11, A12, A14, A16, A17, A18
No permanente (predoctoral)	3	5	0	2	A15, A16

PROPUESTA DE MÁSTER INTERUNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS CUÁNTICAS

Externos	9	15	100	14	A3, A6, A11, A13, A15, A17, A18
----------	---	----	-----	----	---------------------------------

DEDICACIÓN DEL PROFESORADO POR ASIGNATURA								
ASIGNATURA	CU(%)	TU (%)	PI (CSIC) (%)	IC (CSIC) (%)	CT (CSIC) (%)	NP (D) (%)	NP (PD) (%)	E (%)
A1	100	0	0	0	0	0	0	0
A2	31	0	0	26	0	43	0	0
A3	0	18	18	10	18	18	0	18
A4	28	36	0	0	36	0	0	0
A5	17	0	23	14	23	23	0	0
A6	17	23	0	14	0	23	0	23
A7	0	34	0	0	33	33	0	0
A8	42	58	0	0	0	0	0	0
A9	17	23	23	14	23	0	0	0
A10	0	0	38	24	0	38	0	0
A11	0	0	25	0	25	25	0	25
A12	26	0	0	0	37	37	0	0
A13	0	22	22	12	22	0	0	22
A14	16	21	21	0	21	21	0	0
A15	0	0	43	0	0	0	14	43
A16	18	25	0	0	25	25	7	0
A17	11	16	16	9	16	16	0	16
A18	11	16	16	9	16	16	0	16

Méritos docentes de personal no acreditado:

Las categorías profesionales del CSIC tienen su equivalente en el ámbito universitario. Así, los Científicos Titulares e Investigadores Científicos se identifican con los Profesores Titulares de Universidad y los Profesores de Investigación se identifican con los Catedráticos de Universidad.

Todos ellos tienen méritos docentes en la formación de estudiantes de postgrado (especialmente a nivel de máster y doctorado). El personal no permanente doctor (investigadores postdoctorales contratados; Investigadores Ramón y Cajal, Juan de la Cierva, o similares; Profesores Ayudantes Doctores) tiene experiencia en la formación de estudiantes de grado (Trabajo Fin de Grado) y posgrado (máster y doctorado).

En cuanto al personal no permanente predoctoral, se trata de estudiantes de doctorado senior (a partir de 2do año) que realizarán tareas docentes de laboratorio vinculadas a asignaturas específicas (A15 y A16) que típicamente contará con experiencia en la supervisión de estudiantes de grado (Trabajo Fin de Grado).

5.2. Otros Recursos Humanos

El Vicerrectorado de Posgrado de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo cuenta con un equipo que trabaja en las labores de coordinación y administración del título. Entre sus funciones está la puesta en marcha de medidas de mejora y calidad del título, gestión y aplicación de la normativa académica, gestión de los expedientes del alumnado y la expedición de los títulos y certificados académicos que corresponda.

La tabla que se muestra a continuación indica la denominación, las responsabilidades y la categoría administrativa de cada puesto. Así pues, tal y como puede observarse, la UIMP pone a disposición de este título 8 personas y el CSIC pone a disposición del título 2 técnicos de laboratorio.

A su vez, las Universidades participantes incorporarán, en el momento que sea necesario, una persona de apoyo para la gestión de los recursos que sea necesario utilizar de la Universidad de referencia.

Por lo tanto, el total de personal de apoyo docente puesto a disposición para el título es de 12 más 1 persona por universidad participante.

Este personal no requiere ninguna cualificación específica para esta enseñanza pues la tutorización y seguimiento al estudiante para resolver incidencias, evitar el abandono, etc. recae en la figura del tutor académico asignado en el momento de la matrícula, y que pertenece al claustro docente.

Las incidencias informáticas ocurridas en la plataforma al usuario (docentes y estudiantado) son atendidas por el personal específico de la UIMP.

Denominación del puesto	Responsabilidades	Categoría administrativa
Técnico de gestión académica	Gestión del programa de posgrado	Técnico de programación Laboral Grupo 2
Técnico de Calidad	Gestión de calidad del título	Funcionario A2
Auxiliar administrativo Vicerrectorado de Posgrado e Investigación	Tareas administrativas	Auxiliar administrativo Funcionario C2
Jefe de la Secretaría de Alumnos de Posgrado	Matriculación y gestión del expediente académico. Expedición de certificaciones y títulos.	Jefe de Servicio Funcionario A2
Auxiliar administrativo de Secretaría de Alumnos	Auxiliar en los procesos de matriculación de alumnos	Auxiliar administrativo Funcionario C2
Jefe de servicio de relaciones institucionales y convenios	Coordinación y seguimiento del convenio	Gestión del Estado Funcionario A2
Jefe de servicio de coordinación informática	Gestión del área informática de la UIMP	Gestión del Estado Funcionario A2
Técnico de gestión informática	Administrador del Campus Virtual. Centro de atención al usuario.	Técnico de programación informática Laboral Grupo 2
Personal técnico de laboratorio	Gestión y mantenimiento de equipos e instalaciones.	Auxiliar

5.3. Mecanismos para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres y la no discriminación de personas con discapacidad

La Universidad Internacional Menéndez Pelayo considera que la consecución de la igualdad efectiva entre mujeres y hombres es fundamental, así como la igualdad de oportunidades sin

distinción por raza, condición social, etc., Los mecanismos para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres y la no discriminación en la Universidad comienzan asegurando que el objetivo de los procesos de selección de personal sea la incorporación de los candidatos y candidatas idóneos para el perfil ofertado.

Igualmente, de conformidad con la legislación vigente, se han establecido medios que garantizan el derecho de igualdad de oportunidades de personas con discapacidad, entendiéndose por igualdad la ausencia de toda discriminación directa o indirecta que tenga su causa en una discapacidad, así como la adopción de medidas de acción positiva orientadas a evitar o compensar las desventajas de una persona con discapacidad para participar plenamente en la vida política económica, social, o como en el caso que nos ocupa, el ámbito cultural. Merece especial mención la aplicación del apartado segundo letra a) del artículo 24 de la Ley 3/2007, donde expresamente se señala para las Administraciones educativas ésta especial atención a los currículos.

Siguiendo el espíritu de esta misma Ley, en su disposición adicional primera se comprueba la presencia o composición equilibrada de mujeres y hombres de forma que, en el conjunto a que se refiere, las personas de cada sexo no superan el sesenta por ciento ni son menos del cuarenta por cien.

La Unidad de Atención de Estudiantes con Discapacidad de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (DISUIMP) es la encargada de garantizar la accesibilidad universal y de proponer medidas que favorezcan la igualdad de oportunidades de las personas con discapacidad y/o necesidades específicas.

En cada estudio o programa de posgrado habrá una persona responsable (RAED) de la atención del estudiantado matriculado en él que hayan comunicado necesidades específicas derivadas de la discapacidad.

El nombre de la persona designada será comunicado a principio de curso por el responsable de cada programa a la Unidad de Atención de Estudiantes con Discapacidad de la UIMP.

En el caso de que se imparta más de un programa en un mismo centro colaborador la persona responsable (RAED) podrá ser la misma para todos los programas.

6. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

6.1. Justificación de los medios materiales y servicios disponibles

Los medios materiales y servicios ofrecidos por la UIMP y el resto de universidades y centros de investigación colaboradores se adaptan a los diferentes tipos de actividades formativas contempladas en la memoria:

- aprendizaje no presencial online síncrono y asíncrono,
- actividades de laboratorio presenciales,
- congreso-escuela en formato híbrido.

De forma transversal a todas las asignaturas, se emplea la plataforma online de la UIMP, que consta de las siguientes herramientas:

- Una plataforma de correo electrónico y mensajería para la comunicación entre el estudiantado y el profesorado del máster. Esta plataforma de comunicación se utilizará para el envío también de las actividades a evaluar, como trabajos y problemas resueltos.
- Una plataforma documental para ofertar materiales de forma ordenada por asignatura, tales como presentaciones, notas de clase, artículos, libros de texto y otros contenidos necesarios para el autoestudio y la confección de trabajos.
- Esta misma plataforma documental se emplea, en combinación con YouTube, para ofertar los vídeos que constituyen el material formativo online asíncrono.
- Como el formato del máster no es el autoaprendizaje, sino que el progreso del estudiantado se evalúa a través de tutorías, trabajos y/o exámenes, no se considera necesario un control de descargas o visualizaciones de los materiales.
- La plataforma de videoconferencia de la UIMP, basada en Google Meet, será precisamente el medio preferente para las clases online síncronas. Dicha plataforma ofrece la posibilidad de grabar las clases. Esta posibilidad se utilizará por un lado para documentar la identidad de los alumnos en las actividades evaluadas, y por otro para ofertar, opcionalmente, la posibilidad de visualizar esas tutorías en caso de que un alumno no pueda acudir a alguna clase de forma puntual.

Las asignaturas con una componente de laboratorio presencial usarán las instalaciones facilitadas por universidades y entidades colaboradoras, que enumeramos a continuación:

- Laboratorio de comunicaciones cuánticas del CSIC (ITEFI; Madrid). Novedosa instalación

ampliada y potenciada por la Plataforma de Tecnologías Cuánticas del CSIC, pionera en el diseño y caracterización de tecnologías para la distribución de clave cuántica (QKD) en fibra y espacio abierto. En sus instalaciones los estudiantes podrán familiarizarse y experimentar con elementos fundamentales de las tecnologías fotónicas, como emisores de luz, divisores de haz, fibras ópticas, fotodetectores y polarizadores, y experimentar con protocolos de QKD fundamentales, como el BB84 (*Prepare and measure*).

- Laboratorio de Trampas de Iones y Láseres de la Universidad de Granada. Este laboratorio es el único laboratorio en España de esta naturaleza, y el único de Europa que cuenta tanto con trampas de Paul como con trampas de Penning para el estudio de tecnologías cuánticas. Debido al apoyo institucional y su interés estratégico, recibió la denominación de Laboratorio Singular en Tecnologías Avanzadas de la UGR. La instalación permite el control de iones atrapados y sus aplicaciones en “enfriado” de átomos, diseño de protocolos de sensado, control de la dinámica y estados internos de los iones, y testado de pequeños algoritmos de computación cuántica.
- Laboratorio de sensado cuántico de la Universidad de Murcia. El laboratorio de sensores cuánticos basados en centros nitrógeno-vacante es un laboratorio único en España. Cuenta con una tecnología que nos permite manipular el estado cuántico de nuestros sensores y medir su estado con una resolución tal que permite numerosas aplicaciones en biomedicina. Las instalaciones nos permiten realizar protocolos de control sobre el estado cuántico de nuestro sensor y mejorando la resolución de las resonancias magnéticas nucleares actuales a escala nanométrica.
- Laboratorio de computación cuántica del CSIC (INMA, Zaragoza). Se trata de otra instalación singular, estratégica en el contexto de la Plataforma de Tecnologías Cuánticas del CSIC, donde se albergan experimentos de computación cuántica híbrida, que combinan circuitos superconductores y moléculas magnéticas. Esta instalación permite el estudio y control de qubits moleculares, prácticas de espectroscopía de alta precisión, diseño de controles de microondas y estudio del hardware de control de ordenadores cuánticos, estudio de circuitos superconductores, etc.
- Sala blanca del Instituto de Microelectrónica de Barcelona IMB-CNM. La sala blanca integrada de micro y nano fabricación del IMB-CNM es el modo principal de MICRONANOFABS, Infraestructura Científico-Tecnológica Singular (ICTS). Es una instalación de 1500 m² que dispone de más de 150 equipos cubriendo todo el espectro

de procesos para la realización de micro y nano dispositivos y circuitos (Micro y nanolitografía, procesos térmicos, procesos de ataque y limpieza, deposición de capas, implantación y encapsulado). El régimen de operación de la sala blanca es mixto: los procesos pueden ser realizados por el personal técnico propio de la instalación o bien por los propios usuarios después de llevar a cabo una capacitación.

- Sala blanca del Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (LMA-INMA, CSIC). Cuenta con i) 25 m² de clase 100 para realizar procesos de fotolitografía en obleas de 4 pulgadas, con alineamiento en ambas caras, y ii) 100 m² de clase 10.000 con equipos para realizar ataques húmedos o por plasma (RIE, ion milling), y depósito de láminas delgadas por evaporación e-beam. Dentro de la sala se encuentran también dos equipos 'dual-beam' para realizar procesos de nanofabricación con FIB, EBL, deposición asistida con haz de iones o electrones etc. Tres técnicos se encargan de realizar los procesos o de dar apoyo a los usuarios autónomos que hayan pasado un periodo de aprendizaje.

Por último la asignatura “Congreso-escuela de tecnologías cuánticas” se contempla como una actividad híbrida, presencial, pero con opción de asistencia online síncrona por estudiantes que no puedan permitirse el desplazamiento (p.ej. alumnado internacional sin acceso a becas).

El congreso se realizará en una ubicación accesible, vinculada a alguna de las universidades y centros de investigación asociados al programa de máster, y rotante de año a año para promover la movilidad y la cohesión geográfica. Los espacios de trabajo (una sala con aforo suficiente para las conferencias y una o más clases para la defensa de TFM) serán cedidos por la universidad correspondiente.

El desplazamiento y alojamiento de profesores y conferenciantes correrá a cuenta del programa de máster. El estudiantado deberá correr con sus gastos de alojamiento, viaje y manutención. No obstante, desde la organización se facilitará el acceso a residencias de estudiantes y otros alojamientos económicos. También se perseguirá la obtención de fondos (p.ej. los fondos para programas formativos de Quantum Spain, o el presupuesto para actividades docentes de la Plataforma de Tecnologías Cuánticas del CSIC) que permitan subvencionar parcial o totalmente estos gastos.

Para la sección del alumnado que no puedan acudir al congreso, se ofrecerá la retransmisión online de las charlas y la defensa online de los trabajos de fin de máster. En ambos casos utilizaremos la plataforma de la UIMP (Google Meet), y en el caso de las conferencias emplearemos medios audiovisuales necesarios para conectar el audio y el vídeo de los

conferenciantes a esta plataforma, medios cedidos por la Plataforma de Tecnologías Cuánticas del CSIC.

El sistema está alojado en los servidores de la Universidad, servidores con respaldo diario y con duplicidad en las líneas de comunicaciones con una principal y otra de backup.

La plataforma guarda traza de las secciones visitadas por el estudiante dentro de cada curso, así como del acceso a las diferentes lecciones del temario. También guarda registro del tiempo de conexión realizado por el estudiante. Adicionalmente, la UIMP facilitará el acceso a bases científicas bibliográficas como WoS y Scopus.

Con respecto a la accesibilidad Web, la plataforma cumple el Nivel AA de las Directrices de Accesibilidad para el Contenido Web 2.0 y 2.1 (WCAG 2.0 y 2.1) y cumple también las prioridades 1 y 2 de la Norma UNE 139803:2012 relacionadas también con los requisitos de accesibilidad de los contenidos Web.

7. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

7.1. Cronograma de implantación

2023-2024

7.2. Enseñanzas que se extinguen (en caso de ser necesario)

Se extingue el título propio precedente.

8. SISTEMA DE GARANTÍA DE LA CALIDAD

El sistema de calidad se basa en el Sistema de Garantía Interno de Calidad de la UIMP que se puede consultar en este enlace:

http://www.uimp.es/images/postgrado/SGIC_UIMP_CSIC_vweb_2018_07_11.pdf



CALENDARIO DE PRESENTACIÓN Y DEFENSA DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER. MÁSTER INGENIERÍA QUÍMICA. CURSO 2022-23

Convocatoria febrero

Presentación memorias: del 9 al 27 de enero.

Validación tutores: del 28 al 31 de enero.

Exposición y defensa: del 1 al 15 de febrero.

Convocatoria de junio

Presentación memorias: del 3 al 17 de mayo.

Validación tutores: del 18 al 22 de mayo.

Exposición y defensa: del 23 de mayo al 7 de junio.

Convocatoria de julio

Presentación memorias: del 13 al 28 de junio.

Validación tutores: del 29 al 30 de junio.

Exposición y defensa: del 1 al 15 de julio.

La estructura y extensión de las Memorias de TFM se puede consultar en la Guía Docente de la asignatura ([Trabajo Fin de Master](#)). La presentación de las mismas, así como la validación del tutor se realizará a través de la aplicación tf.um.es/

(Aprobado por la Comisión Académica reunida el 20 de diciembre de 2022)





TRIBUNALES TRABAJO FIN DE MÁSTER
MÁSTER DE INGENIERÍA QUÍMICA
CURSO 2022-23

Tribunal 1

Presidente: Félix Cesáreo Gómez de León Hijes

Secretaria: Mercedes García Montalbán

Vocal: M^a Esther González Duperón

Tribunal 2

Presidente: Asunción M^a Hidalgo Montesinos

Secretario: Francisco José Hernández Fernández

Vocal: José Manuel Juarez Herrero

Tribunal 3

Presidente: Mercedes Llorens Pascual del Riquelme

Secretario: Antonio López Cabanes

Vocal: M^a Fuensanta Máximo Martín

Suplentes:

Víctor Francisco Meseguer Zapata

M^a Claudia Montiel Morte

M^a Dolores Murcia Almagro

(Aprobado por la Comisión Académica reunida el 20 de diciembre de 2022)





CALENDARIO DE PRESENTACIÓN Y DEFENSA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

MÁSTER EN FÍSICA (EN EXTINCIÓN)

CURSO 2022/2023

CONVOCATORIA DE FEBRERO

- Plazo de presentación/entrega de la memoria: del 30 de enero al 8 de febrero de 2023.
- Fecha límite de emisión de informes por parte de los tutores: 10 de febrero de 2023.
- Plazo de exposición y defensa: del 13 al 16 de febrero de 2023.





TRIBUNALES DE TRABAJO FIN DE MÁSTER
MÁSTER EN FÍSICA (EN EXTINCIÓN)
CURSO 2022/2023

Tribunal 1:

Presidente: Enrique Josua Fernández Martínez

Secretaria: Sonia Jerez Rodríguez

Vocal: Marco Turco





JUNTA DE FACULTAD DE QUÍMICA

24/1/23

ABELLÁN GARCÍA, FCO. JAVIER
AGUILAR SANCHIS, M^a ISABEL
ALAJARÍN CERÓN, MATEO
ALARCÓN GARCÍA, MARIANO
ALCARAZ BOLUDA, CRISTINA
ALCARAZ TAFALLA, M^a LUISA
ALIAS LINARES, MARIA ASUNCIÓN
ARENAS DALLA-VECCHIA, AURELIO
ARROYO MANZANARES, NATALIA
ARTAL SORIANO, PABLO
BAEZA CARACENA, ANTONIA
BAÑÓN ARNAO, MARINO
BASTIDA PASCUAL, ADOLFO
BERNA CÁNOVAS, JOSÉ
BERNAL BUITRAGO, JOSÉ JOAQUÍN
BUSSONS GORDO, JAVIER
CABALLERO PÉREZ, ANTONIO
CAMPILLO SEVA, NATALIA
COLCHERO PAETZ, JAIME VIRGILIO
CUEVAS RODRÍGUEZ, EMILIO
CURIEL CASADO, DAVID
CHICÓN ROMERO, RAFAEL
DE DIEGO PUENTE, MARIA TERESA
DE HARO GARCÍA, MARIA CONCEPCION
DE VERA GOMIS, PABLO
DIAZ BAÑOS, FRANCISCO GUILLERMO
DONAIRE GONZÁLEZ, ANTONIO
ESPINOSA FERAO, ARTURO
FENOY PALACIOS, FRANCISCO JOSÉ
FERNANDEZ MARTÍNEZ, ENRIQUE JOSUA
FERNÁNDEZ SAEZ, MARIA JOSÉ
GARCIA BERNAL, DAVID
GARCÍA HERNÁNDEZ, MARIA DEL PILAR
GARCÍA MOLINA, RAFAEL
GARCÍA MONTALBÁN, MERCEDES
GIL RUBIO, JUAN
GLAMPEDAKIS, KOSTAS
GÓMEZ DE LEÓN HIJES, FELIX CESÁREO
GÓMEZ GÓMEZ, ELISA

Física
Ingeniería Química
Química Orgánica
Electromagnetismo y Electrónica
Farmacología
Química Física
Química Agrícola, Geología y Edafología
Electromagnetismo y Electrónica
Química Analítica
Física
Ingeniería Química
Biología Vegetal
Química Física
Química Orgánica
Matemáticas
Física
Química Orgánica
Química Analítica
Física
Física
Química Orgánica
Electromagnetismo y Electrónica
Bioquímica y Biología Mol. B e Inmun.
Química Inorgánica
Física
Química Física
Química Inorgánica
Química Orgánica
Fisiología
Física
Estadística e Investigación Operat.
Bioquímica y Biología Mol. B e Inmunol.
Biología Celular e Histología
Física
Ingeniería Química
Química Inorgánica
Física
Ingeniería de la Información y las Comunicaciones
Ingeniería Química



Desde 1940





GÓMEZ GÓMEZ, MARÍA	Ingeniería Química
GONZÁLEZ HERRERO, PABLO	Química Inorgánica
GONZÁLEZ SÁNCHEZ, JOAQUÍN	Química Física
GUIL ASENSIO, PEDRO ANTONIO	Matemáticas
GUIRAO PIÑERA, ANTONIO	Física
HERNÁNDEZ CIFRE, JOSÉ GINÉS	Química Física
HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, FRANCISCO JOSÉ	Ingeniería Química
HIDALGO MONTESINOS, ASUNCION M.	Ingeniería Química
IGLESIAS CASARRUBIOS, IGNACIO	Física
LABORDA OCHANDO, EDUARDO	Química Física
LEGAZ PÉREZ, ISABEL	Ciencias Sociosanitarias
LINERO BAS, ANTONIO	Matemáticas
LÓPEZ CABANES, ANTONIO	Ingeniería Química
LÓPEZ GARCÍA, IGNACIO	Química Analítica
LÓPEZ LEONARDO, CARMEN	Química Orgánica
LÓPEZ TENES, MANUELA	Química Física
LOZANO RODRÍGUEZ, PEDRO	Bioquímica y Biología Molecular B e Inmun.
LLORENS PASCUAL DE RIQUELME, MERCEDES	Ingeniería Química
MADRID MATEO, MARIA ISABEL	Genética y Microbiología
MANZANERA ROMAN, SILVESTRE	Electromagnetismo y Electrónica
MARÍN LUNA, MARTA	Química Orgánica
MARTINEZ CUEZVA, ALBERTO	Química Orgánica
MARTÍNEZ ORTIZ, FRANCISCO	Química Física
MARTÍNEZ VIVIENTE, ELOISA	Química Inorgánica
MARTÍN-OROZCO SANTIAGO, MARIA ELENA	Bioquímica y Biol. Mol. B e Inmunol.
MAXIMO MARTÍN, FUENSANTA	Ingeniería Química
MESEGUER ZAPATA, VICTOR FRANCISCO	Ingeniería Química
MOLINA CUBEROS, GREGORIO	Electromagnetismo y Electrónica
MOLINA GÓMEZ, ANGELA	Química Física
MONTAVEZ GOMEZ, JUAN PEDRO	Física
MONTIEL MORTE, MARÍA CLAUDIA	Ingeniería Química
NAVARRO GARCÍA, SIMÓN	Química Agrícola, Geología y Edafología
NIETO CERÓN, SUSANA	Bioquímica y Biología Molecular B e In.
OLLER BERBER, JOSE A.	Física
ONCINA DELTELL, LUIS	Matemáticas
ORTEGA RETUERTA, ALVARO	Bioquímica y Biología Molecular B e In.
ORTUÑO SÁNCHEZ-PEDREÑO, JOAQUÍN	Química Analítica
ORTUÑO SANDOVAL, JUAN FRANCISCO	Ingeniería Química
ORTUÑO TOMAS, ANA MARIA	Biología Vegetal
PALACIOS LIDÓN, ELISA	Física
PALAZÓN ESPINOSA, JOSÉ MANUEL	Química Inorgánica
PASTOR VIVERO, AURELIA	Química Orgánica





PEÑALVER SOLER, ROSA MARÍA	Química Analítica
PÉREZ DE LOS RIOS, ANTONIA	Ingeniería Química
QUESADA MEDINA, JOAQUÍN	Ingeniería Química
ROCA ZAMORA, LUIS	Física
RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, VENANCIO	Química Inorgánica
RUIZ LÓPEZ, JOSÉ	Química Inorgánica
RUIZ MARTÍNEZ, JESÚS	Física
SÁNCHEZ ANDRADA, PILAR	Química Orgánica
SANTANA LARIO, M ^a DOLORES	Química Inorgánica
SAURA LLAMAS, ISABEL M ^a	Química Inorgánica
SOMOZA GIMENO, ANDRÉS M.	Física
TABERNERO DE PAZ, JUAN FRANCISCO	Electromagnetismo y Electrónica
TOLEDO REDONDO, SERGIO	Electromagnetismo y Electrónica
TOMÁS ALONSO, FRANCISCA	Ingeniería Química
TOMÁS BALIBREA, LUIS MANUEL	Organización de Empresas y Finanzas
TORRENTE LUJÁN, EMILIO	Física
VELASCO LÓPEZ DE LOS MOZOS, AMPARO	Química Orgánica
VERDÚ CONESA, ISIDRO	Infomática y Sistemas
VICENTE LÓPEZ, CONSUELO	Química Inorgánica
VICENTE MARTÍNEZ, YESICA	Química Analítica
VÍLLORA CANO, M. GLORIA	Ingeniería Química
VIÑAS LÓPEZ-PELEGRÍN, PILAR	Química Analítica
ZAPATA ARRAEZ, FELIX	Química Analítica
ZAPATA FERNÁNDEZ, FABIOLA	Química Orgánica
ZUÑIGA ROMÁN, JOSÉ	Química Física
MAESO FERNANDEZ, FRANCISCO	Director Economía Aplicada /
GÓMEZ PLAZA, MARÍA ENCARNACIÓN	Rep./Dir Tecnología Alimentos, Nut. Bro.

GRUPO B PERSONAL DOCENTE E INVESTIGADOR NO NUMERARIO

GRUPO D PERSONAL DE ADMINISTRACIÓN Y SERVICIOS

GALLEGO SANDOVAL, JOAQUÍN	Electromagnetismo y Electrónica
GOMEZ PORTILLO, LUCIA	Química Agrícola, Geología y Edafología
LAGARES MARTÍNEZ, JOSÉ ANTONIO	Conserjería
LÓPEZ SÁNCHEZ, MIGUEL ÁNGEL	Química Analítica
SORIA RODRÍGUEZ, MIGUEL	Secretaría



Desde 1940





Comisión permanente de la Facultad de Química

Curso 2022-2023

Francisco Guillermo Díaz Baños	Decano
Félix Zapata Arráez	Secretario
Isidro Verdú Conesa	Vicedecano de Mejora Continua y Estrategia Digital
Fabiola Zapata Fernández	Vicedecana de Bioquímica
Enrique Josua Fernández Martínez	Vicedecano de Física
Asunción María Hidalgo Montesinos	Vicedecana de Ingeniería Química
Joaquín González Sánchez	Vicedecano de Química
Eloísa Martínez Viviente	Vicedecana de Estudiantes
Raquel Sevilla Paños	Delegada de Facultad
José Alberto Montiel Salmerón	Subdelegado de Facultad
María Claudia Montiel Morte	Máster Ingeniería Química
Juan Gil Rubio	Máster Química Fina y Molecular
Álvaro Ortega Retuerta	Grado en Bioquímica
Pablo de Vera Gomis	Grado en Física
Antonio López Cabanes	Grado en Ingeniería Química
José Ginés Hernández Cifre	Grado en Química
Vacante	Representante PDI (Grupo B)
Miguel Soria Rodríguez	Personal de Administración y Servicios
José Antonio Navarro Piernas	Estudiante Grado o Máster
Eduardo Iniesta López	Estudiante Grado o Máster



Desde 1940





Comisión Aseguramiento de Calidad de la Facultad de Química Curso 2022-2023

Francisco Guillermo Díaz Baños	Decano
Félix Zapata Arráez	Secretario
Isidro Verdú Conesa	Vicedecano de Mejora Continua y Estrategia Digital
Fabiola Zapata Fernández	Vicedecana de Bioquímica
Enrique Josua Fernández Martínez	Vicedecano de Física
Asunción María Hidalgo Montesinos	Vicedecana de Ingeniería Química
Joaquín González Sánchez	Vicedecano de Química
Eloísa Martínez Viviente	Vicedecana de Estudiantes
María Claudia Montiel Morte	Coordinadora de Máster Ingeniería Química
Juan Gil Rubio	Coordinador de Máster Química Fina y Molecular
Raquel Sevilla Paños	Delegada de estudiantes de la Facultad
Víctor Francisco Meseguer Zapata	Máster Ingeniería Química
Eduardo Laborda Ochando	Máster Química Fina y Molecular
Isabel Legaz Pérez	Grado en Bioquímica
Juan Pedro Montávez Gómez	Grado en Física
Antonio López Cabanes	Grado en Ingeniería Química
José Ginés Hernández Cifre	Grado en Química
Vacante	Representante PDI (Grupo B)
Miguel Soria Rodríguez	Personal de Administración y Servicios
María Dolores Fernández Rodríguez	Representante Unidad de Calidad
Darío Martínez Lasheras	Estudiante Grado en Bioquímica
Enrique Jara López	Estudiante Grado en Física
Elena Alarcón Leal	Estudiante Grado en Ingeniería Química
María San Martín de Santos	Estudiante Grado en Química
Eduardo Iniesta López	Estudiante Máster en Ingeniería Química
Francisco Javier Ruiz Meseguer	Estudiante Máster en Química Fina y Molecular



Desde 1940





Comisión académica del Máster en Química Fina y Molecular Curso 2022-2023

Juan Gil Rubio	Coordinador del Máster
Joaquín González Sánchez Vicedecano de Química	Secretario de la Comisión y representante del Equipo de Dirección del Centro
Joaquín A. Ortuño Sánchez-Pedreño	Dpto. Química Analítica
Ignacio Francisco López García	Dpto. Química Analítica
Ángela Molina Gómez	Dpto. Química Física
José Ginés Hernández Cifre	Dpto. Química Física
José Ruiz López	Dpto. Química Inorgánica
Isabel María Saura Llamas	Dpto. Química Inorgánica
Marta Marín Luna	Dpto. Química Orgánica
Aurelia Pastor Vivero	Dpto. Química Orgánica
Celia Jiménez-Cervantes Frigols	Dpto. Bioquímica y Biología Molecular B e Inmun.
Mercedes Llorens Pascual del Riquelme	Dpto. Ingeniería Química
Francisco Javier Ruiz Meseguer	Delegado Estudiantes
José Rodríguez Martínez (SACE)	Representante de las Instituciones que colaboran con las prácticas regladas.



Desde 1940





**Comisiones Académicas de Cursos del Grado en Física
Curso 2022-2023**

Coordinador Titulación: Enrique Josua Fernández Martínez

PRIMER CURSO

Coordinadora de Curso: Elisa Palacios Lidón

Álgebra	Ángel del Río Mateos
Cálculo I	Pedro Fernández Martínez
Cálculo II	Francisco Esquembre Martínez
Fundamentos de Física I	Gregorio José Molina Cuberos
Fundamentos de Física II	Elisa Palacios Lidón
Fundamentos de Física III	Silvestre Manzanera Román
Informática	Javier Bussons Gordo
Laboratorio de Física	Francisco Javier Abellán García
Métodos Matemáticos I	Francisco Javier Abellán García
Química	Joaquín González Sánchez
Delegado de estudiantes	José Alberto Montiel Salmerón
Subdelegado de estudiantes	Christian Martos Postigo
Personal de Administración y Servicios	Josefa Gómez Riquelme

SEGUNDO CURSO

Coordinador de Curso: Pablo de Vera Gomis

Ecuaciones Diferenciales	Luis Roca Zamora
Electromagnetismo I	Sergio Toledo Redondo
Física Térmica	Pablo de Vera Gomis
Mecánica I	Emilio Jesús Cuevas Rodríguez
Métodos Matemáticos II	Rafael Chicón Romero
Óptica I	Enrique Josua Fernández Martínez
Delegado de estudiantes	Enrique Jara López
Subdelegado de estudiantes	Tyler Scott Stapleton
Personal de Administración y Servicios	Josefa Gómez Riquelme



Desde 1940





TERCER CURSO

Coordinador de Curso: Juan Pedro Montávez Gómez

Electromagnetismo II	Gregorio José Molina Cuberos
Energía y Medio Ambiente	Pedro Jiménez Guerrero
Física Computacional	Rafael García Molina
Física Cuántica	Miguel Ortuño Ortín
Física de la Tierra	Juan Pedro Montávez Gómez
Física del Cosmos	Konstantinos Glampedakis
Física Estadística	Andrés M. Somoza Gimeno
Física Recreativa	Rafael García Molina
Mecánica II	José Antonio Oller Berber
Óptica II	Pablo Artal Soriano
Prácticas Externas	Enrique Josua Fernández Martínez
Proyectos	Antonio López Vera
Delegada de estudiantes	Carmen María Martínez López
Subdelegado de estudiantes	Alejandro Pérez Belando
Personal de Administración y Servicios	Josefa Gómez Riquelme



Desde 1940





CUARTO CURSO

Coordinador de Curso: Luis Roca Zamora

Electrodinámica Clásica	Juan Francisco Tabernero de Paz
Electromagnetismo y Comunicaciones	Juan Francisco Tabernero de Paz
Energía y Medio Ambiente	Pedro Jiménez Guerrero
Experimentación Avanzada	Juan Francisco Tabernero de Paz
Física de la Tierra	Juan Pedro Montávez Gómez
Física del Estado Sólido	Jaime Virgilio Colchero Paetz
Física Nuclear y de Partículas	Luis Roca Zamora
Física Recreativa	Rafael García Molina
Fotónica	Norberto López Gil
Historia de la Física	Antonio Guirao Piñera
Instrumentación Electrónica	Aurelio Arenas Dalla-Vecchia
Introducción a la Teoría de Campos	José Antonio Oller Berber
Mecánica Cuántica	Emilio Torrente Luján
Óptica III	José Ignacio Iglesias Casarrubios
Proyectos	Antonio López Vera
Simulación en Física	Andrés M. Somoza Gimeno
Tecnología del Control	Miguel Moreno Cava
Trabajo Fin de Grado	Enrique Josua Fernández Martínez
Delegada de estudiantes	Elena Moreno Rubio
Subdelegada de estudiantes	Mercedes Contreras Yáñez
Personal de Administración y Servicios	Josefa Gómez Riquelme



Desde 1940





CALENDARIO DE PRESENTACIÓN Y DEFENSA

TRABAJOS FIN DE GRADO

CURSO 2022/2023

CONVOCATORIA DE JUNIO (FECHA LÍMITE ENTREGA ACTAS: 2 JUNIO 2023)

- Plazo de presentación/depósito del trabajo por parte del estudiante: del 2 al 21 de mayo de 2023.
- Fecha límite de validación de los trabajos y emisión de informes por parte de los tutores: 22 y 23 de mayo de 2023.
- Fechas de inicio y final de las defensas de los trabajos: del 29 de mayo al 1 de junio de 2023.

CONVOCATORIA DE JULIO (FECHA LÍMITE ENTREGA ACTAS: 7 JULIO 2023)

- Plazo de presentación/depósito del trabajo por parte del estudiante: del 5 al 18 de junio de 2023.
- Fecha límite de validación de los trabajos y emisión de informes por parte de los tutores: 19 y 20 de junio de 2023.
- Fechas de inicio y final de las defensas de los trabajos: del 26 al 29 de junio de 2023.



CALENDARIO DE PRESENTACIÓN Y DEFENSA
TRABAJO FIN DE MÁSTER
MÁSTER EN QUÍMICA FINA Y MOLECULAR
CURSO 2022/2023

Convocatoria de junio

- Plazo de presentación/depósito del trabajo por parte del estudiante: del 12 al 31 de mayo de 2023.
- Fecha límite de validación de los trabajos y emisión de informes por parte de los tutores: hasta el 2 de junio de 2023.
- Fechas de inicio y final de las defensas de los trabajos: del 5 al 8 de junio de 2023.

Convocatoria de julio

- Plazo de presentación/depósito del trabajo por parte del estudiante: del 12 de junio al 1 de julio de 2023.
- Fecha límite de validación de los trabajos y emisión de informes por parte de los tutores: hasta el 3 de julio de 2023.
- Fechas de inicio y final de las defensas de los trabajos: del 5 al 7 de julio de 2023.





PROPUESTA DE TRIBUNALES DE TRABAJO FIN DE MÁSTER
MÁSTER EN QUÍMICA FINA Y MOLECULAR
CURSO 2022/2023

Tribunal 1

Ruiz López, José Presidente
Tomás Alonso, Francisca Secretaria

Tribunal 2

Martínez Viviente, Eloísa Presidenta
Marín Luna, Marta Secretaria

Tribunal 3

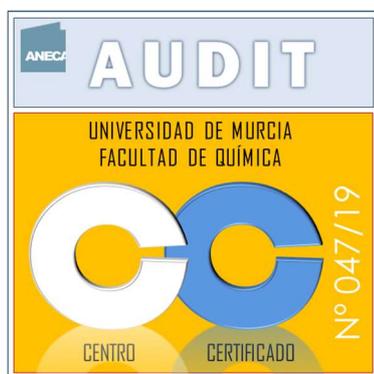
Ortuño Sánchez-Pedreño, Joaquín Presidente
Lozano Terol, Gema Secretaria

Suplentes

Pastor Vivero, Aurelia
Saura Llamas, Isabel
Villa Aroca, Rocío
Zúñiga Román, José



Manual del Sistema de Aseguramiento Interno de la Calidad de la Facultad de Química de la Universidad de Murcia



	Índice MSAIC DE LA FACULTAD DE QUÍMICA	
---	---	--

Identificación de la facultad y su decano/a	
Facultad de	Química
Decano/a	Francisco Guillermo Díaz Baños
e-mail	decano.quimica@um.es
Teléfono	868 88 7506/7394

Resumen de revisiones del manual		
Número	Fecha	Modificaciones
00	20/12/07	Edición inicial
01	16/04/08	Revisión tras sugerencias Centros
02	22/07/12	Cambios para aprobar el manual en bloque, se quita la lista de comprobación, la política de calidad sale del manual. Se actualiza la normativa. Mapa de procesos.
03	-	Revisión completa SGIC tras normativa de seguimiento y acreditación, y tras cambios en el Equipo de Gobierno de la Universidad.
04	19/12/18	Revisión completa del SAIC (antes SGIC) tras cambio en el Equipo de Gobierno de la Universidad, para adaptarlo al nuevo modelo AUDIT.
05	CAC 15/04/2021 JF 27/05/2021	Revisión del SAIC para incorporar el procedimiento de Auditorías Internas.
06	CAC xx/xx/2023 JF xx/xx/xxxx	Revisión del SAIC para modificar el equipo de dirección.

	Índice MSAIC DE LA FACULTAD DE QUÍMICA	
---	---	---

		Fecha
Elaborado por	Unidad para la Calidad	Enero 2020
Revisado por	Coordinador de Calidad de la Universidad de Murcia	Enero 2020
Visto Bueno por	Vicerrector de Calidad, Cultura y Comunicación	Enero 2020
Informado y aprobado en	Consejo de Gobierno	Enero 2020
Revisado, completado y adaptado al Centro por	Vicedecana de Calidad de la Facultad	Abril 2021
Aprobado en Comisión de Aseguramiento de Calidad de la Facultad y/o Junta de Centro		CAC xx/xx/2023 JF xx/xx/2023

 <p>UNIVERSIDAD DE MURCIA</p>	<p>Índice MSAIC DE LA FACULTAD DE QUÍMICA</p>	 <p>fQ Desde 1940</p>
---	---	---

Índice

Capítulo 1. El Sistema de Aseguramiento Interno de la Calidad (SAIC) de la Facultad de Química de la Universidad de Murcia

- 1.1. Introducción
- 1.2. Objetivos del SAIC
- 1.3. Alcance del SAIC
- 1.4. Documentos del SAIC
 - 1.4.1. Gestión Documental
- 1.5. Manual del SAIC (contiene un párrafo que han de decidir los Centros)

Capítulo 2. Presentación de la Facultad

- 2.1. Organigrama y responsables
- 2.2. Órganos de Gobierno. Comisiones

Capítulo 3. Estructura de la Facultad para la gestión de la calidad

- 3.1. Equipo de Dirección
- 3.2. Coordinador/a de Calidad
- 3.3. Comisión de Aseguramiento de la Calidad
- 3.4. Junta de Facultad

Capítulo 4. Política y objetivos de calidad

- 4.1. Identificación de los grupos de interés
- 4.2. Cauces de participación de los grupos de interés
- 4.3. Rendición de cuentas a los grupos de interés

Capítulo 5. Aseguramiento de la calidad de los programas formativos

Capítulo 6. Orientación al aprendizaje

Capítulo 7. Personal académico y de apoyo a la docencia

Capítulo 8. Recursos materiales y humanos y servicios

Capítulo 9. Resultados de la formación

Capítulo 10. Información pública

Capítulo 11. Mantenimiento y actualización del SAIC

Capítulo 1. El sistema de aseguramiento interno de la calidad de la Facultad de Química de la Universidad de Murcia

1.1. Introducción

Como establece la LOMLOU y los reales decretos que la desarrollan, todas las titulaciones oficiales de todas las Universidades han de someterse a un proceso de acreditación, tanto en el momento de presentar la propuesta de desarrollo de la titulación (verificación o acreditación inicial) como una vez está completamente implantada (acreditación), pasados seis años (para los grados de 240 créditos), siete años (para los grados de 300 créditos) u ocho años (para los grados de 360 créditos) de la anterior si se trata de grados, y cuatro años si se trata de másteres.

El hecho de que la Facultad disponga de un Sistema de Aseguramiento Interno de la Calidad (SAIC) facilita la verificación y, sobre todo, el seguimiento y la acreditación de los títulos oficiales de grado y máster que se imparten en el Centro, dado que el SAIC atiende a los requerimientos normativos para superar los procesos de evaluación. De hecho, la ANECA considera evaluado positivamente el punto 9 de la memoria de verificación de un título si el SAIC de la Facultad ha obtenido, al menos, la aprobación de su diseño. Además, tener certificada la implantación del SAIC es un requisito para la Acreditación Institucional.

El aseguramiento de la calidad puede describirse como la *atención sistemática, estructurada y continua a la calidad en términos de su mantenimiento y mejora*. En el marco de las políticas y procesos formativos que se desarrollan en las universidades, el aseguramiento de la calidad ha de permitir a estas instituciones *demostrar que se preocupan por la calidad de sus programas y títulos y que se comprometen a poner en marcha los medios que aseguren y demuestren esa calidad y mejora continua*.

Por otro lado, por sistema de aseguramiento interno de la calidad, se entiende *al conjunto integrado por las actividades desarrolladas por la Facultad para garantizar y*

asegurar la calidad de las enseñanzas que imparte, así como la relación existente entre dichas actividades.

En consecuencia, el Sistema de Aseguramiento Interno de la Calidad debe:

- Establecer los objetivos y su ámbito de aplicación.
- Determinar las necesidades y expectativas de los estudiantes y del resto de grupos de interés, con relación a la formación que la Facultad ofrece.
- Determinar los criterios de aseguramiento de la calidad.

La Unidad para la Calidad (UC) de la Universidad de Murcia (UM), en cumplimiento de sus funciones apoya el proceso de gestión del SAIC en los Centros:

- Aportando la documentación genérica.
- Colaborando en que sea particularizada y completada, en la parte que corresponde al Centro.
- Realizando su revisión.
- Participando en la planificación de su implantación y en su seguimiento, realizando auditorías internas.

Asimismo, aporta, directamente o solicitándolo a otros servicios de la Universidad, la información necesaria (indicadores, informes, encuestas, etc.) para proceder al análisis sistemático de resultados. Sus responsabilidades directas quedan indicadas en los correspondientes procedimientos que configuran este SAIC.

1.2. Objetivos del SAIC

Atendiendo a todo lo indicado anteriormente, los objetivos básicos del SAIC de la Facultad son:

- Asegurar la calidad de todas las titulaciones oficiales de las que es responsable.

- Revisar y mejorar, siempre que se considere necesario, sus programas formativos atendiendo a las necesidades y expectativas de sus grupos de interés a los que se tendrá puntualmente informados.
- Mantener permanentemente actualizado el propio SAIC.
- Determinar la sistemática para la remisión de cuentas a los grupos de interés.

Con ello se espera:

- Responder al compromiso de satisfacción de las necesidades y expectativas generadas por la sociedad.
- Ofrecer la transparencia exigida en el marco del EEES.
- Incorporar estrategias de mejora continua.
- Ordenar sus iniciativas docentes de un modo sistemático para que contribuyan de modo eficaz al aseguramiento de la calidad.
- Facilitar el proceso de seguimiento y acreditación de las titulaciones de grado y máster implantadas en la Facultad.

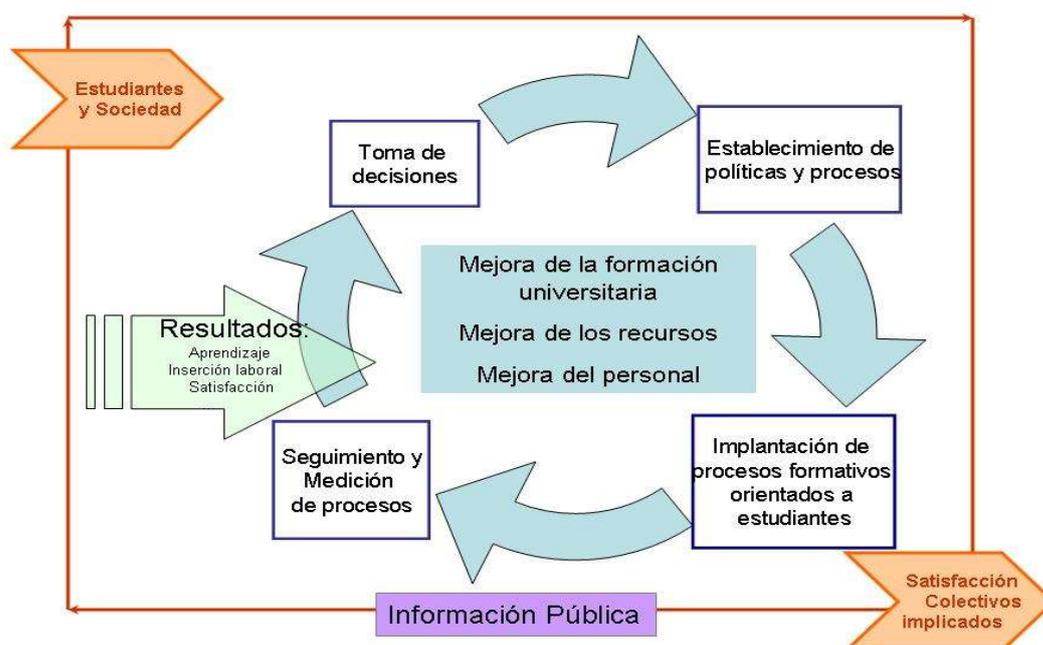
En la elaboración de su SAIC, la Facultad contempla, entre otros, los siguientes principios de actuación:

- Legalidad y seguridad jurídica: El SAIC está diseñado de acuerdo con la legislación universitaria vigente y con los criterios y directrices para el aseguramiento de la calidad establecidas en el Espacio Europeo de Educación Superior.
- Publicidad, transparencia y participación: El Centro, a través de los medios con los que cuenta, fundamentalmente su página Web, da difusión a su SAIC, y hace posible la participación de todos los grupos de interés implicados.

1.3. Alcance del SAIC

El SAIC de la Facultad alcanza a todas las titulaciones oficiales impartidas en el seno de la misma y de las que es responsable, tanto de grado como de máster universitario.

En conjunto, el SAIC de la Facultad contempla la planificación de la oferta formativa, la evaluación y revisión de su desarrollo, así como la toma de decisiones para la mejora de la formación, como se resume en la figura adjunta, en la que se representa el “ciclo de mejora de la formación universitaria” (adaptada de la *Guía para el diseño de SAIC de la formación universitaria. Programa AUDIT*).



Considerando tanto los objetivos antes mencionados, como los objetivos del SAIC y tomando como base las *directrices del Programa AUDIT, en su versión 2018*, los procesos identificados así como las relaciones entre ellos, configuran el mapa de procesos, cuya descripción pormenorizada se lleva a cabo en el Manual de Procedimientos del SAIC.

1.4. Documentos del SAIC

Los documentos que configuran el SAIC de la Facultad, son el presente Manual (MSAIC) y los correspondientes procedimientos a los que se hace referencia en el mismo y que despliegan el mapa de procesos, y que se presentan agrupados como

Manual de Procedimientos (MPSAIC). A ellos hay que añadir las posibles instrucciones que se consideren necesarias para desarrollar los contenidos de los procedimientos, así como los registros generados consecuencia de la implantación del SAIC que pueden necesitar, o no, de formatos preestablecidos para recoger la información necesaria para su archivo.

Como se aprecia por el propio índice, el MSAIC se estructura en 11 capítulos. Los tres capítulos iniciales sirven de introducción a la definición del SAIC, y los siguientes, elaborados a partir de la propuesta del programa AUDIT que indica los elementos que afectan a la formación universitaria y que el SAIC debe contemplar, lo desarrollan.

1.4.1. Gestión documental

La Unidad para la Calidad es la responsable de elaborar y revisar los procedimientos que forman parte del SAIC de los Centros de la UM y mantenerlos actualizados. Así como de elaborar la documentación marco del MSAIC y dar el visto bueno a la edición particularizada por los Centros previa a su aprobación, así como a las instrucciones que éstos puedan elaborar.

Por su parte el/la Coordinador/a de Calidad es el responsable de revisar el MSAIC y mantenerlo actualizado, de tener las evidencias a disposición de la Comisión de Aseguramiento de la Calidad para su análisis y de informarla de las modificaciones que se produzcan en la documentación del SAIC.

La particularización del MSAIC así como las instrucciones, en su caso, deben ser aprobadas por la Comisión de Aseguramiento de Calidad, que también podrá proponer a la Unidad para la Calidad cualquier sugerencia de modificación respecto a los documentos marco.

En la página Web del Centro se expondrá la versión actualizada del MSAIC, las instrucciones aprobadas por el Centro y los procedimientos del SAIC. Cuando un

procedimiento deje de estar en vigor, la Unidad para la Calidad lo comunicará al Coordinador/a de Calidad y éste a su Comisión de Aseguramiento de Calidad.

La Universidad de Murcia dispone de una aplicación informática (UNICA) que ayuda a gestionar el SAIC y que realiza el control, custodia y publicación de las evidencias que genera el sistema.

Las evidencias se agruparán por curso, en el curso académico que se generen, en la aplicación UNICA, lo que permite que los registros se conserven en un soporte que garantice su integridad, acceso y trazabilidad en el tiempo.

La incorporación y modificación de las evidencias en la aplicación están limitadas al Coordinador/a de Calidad y personas por él autorizadas, además de a la Unidad para la Calidad.

Además, las evidencias serán publicadas en la Intranet o Web pública del Centro.

1.5. Manual del SAIC

Como se indicó anteriormente, el MSAIC incluye una descripción general del Sistema de Aseguramiento Interno de la Calidad de la Facultad, de acuerdo con las directrices del programa AUDIT elaboradas por la ANECA.

Consta de portada y contraportada en la que figuran la identificación de la Facultad y de su Decano o Decana, un resumen de revisiones del documento y las fechas de elaboración, revisión y aprobación del Manual.

En el encabezado de cada una de las páginas interiores del MSAIC figura el número y título del capítulo correspondiente, y en el pie de cada página se incluirá el número de revisión del Manual y fecha de la misma, así como el número de página y el número total de páginas del Manual.

Como se indicó anteriormente, el MSAIC de la Facultad es inicialmente elaborado por la Unidad para la Calidad, siendo revisado y completado (capítulos 2 y 3) por el Coordinador o Coordinadora de Calidad del Centro y aprobado en Comisión de Aseguramiento de la Calidad, dejando de ello constancia en acta.

Una vez aprobado en la Comisión de Aseguramiento de la Calidad, se someterá también a aprobación por la Junta de Facultad.

El MSAIC debe revisarse, al menos cada tres años o siempre que se produzcan cambios en la organización y/o actividades de la Facultad, en las normas que le afecten, o como consecuencia de resultados de evaluaciones o revisiones del SAIC. Cuando se produzca algún cambio, tras contar con la conformidad de la Unidad para la Calidad, se dejará constancia en el número de revisión del pie de página y en la tabla de “Resumen de Revisiones” de la contraportada procediendo a su aprobación tal y como se indicó en el párrafo anterior. De las revisiones anteriores quedará una copia guardada ya sea en formato papel o informático.

El Equipo de Dirección del Centro ha de procurar que todos los grupos de interés del Centro, tengan acceso al MSAIC, para ello dispondrá en la página Web de la Facultad un lugar bien visible en el que figure una versión actualizada del mismo y comunicará por la vía que considere adecuada cuando se hayan producido cambios en su redacción.

 	MSAIC DE LA FACULTAD DE QUÍMICA Capítulo 2. Presentación de la Facultad	
---	--	---

Capítulo 2. Presentación de la Facultad

La Facultad de Química es uno de los Centros más antiguos de la Universidad de Murcia. En el año 1944 fue fundada la Facultad de Ciencias en el Campus de la Merced. El área de Química surge específicamente en 1953, año en que se creó la Sección de Químicas, en la que se comenzó a impartir el primer Plan de Estudios aprobado en 1954. La Licenciatura en Química es por tanto una de las más antiguas de la Universidad de Murcia.

En sus primeros tiempos el primer curso era selectivo, y en él se estudiaban con el mismo peso cinco asignaturas: Matemáticas, Física, Química, Biología y Geología en todas las carreras de ciencias. También se estuvo impartiendo un primer curso selectivo y común para todas las ingenierías, en el que se estudiaban cinco asignaturas: Cálculo, Álgebra, Dibujo Lineal, Física y Química.

En el año 1974 se implantó el primer ciclo de la Licenciatura en Ciencias Químicas y en el año 1977 se modificó el segundo ciclo para implantar las especialidades de Química Fundamental, Química Industrial, Química Agrícola y Bioquímica. Posteriormente, en el año 1975 se implantaron las Licenciaturas en Biología y en Matemáticas. Estos estudios se segregaron posteriormente de la Facultad creándose la Facultad de Biología en 1983 y la Facultad de Matemáticas en 1991.

En el año 1984 se modificó la especialidad en Química Fundamental estableciéndose cuatro subespecialidades: Química Orgánica, Química Analítica, Química Física y Química Inorgánica. En octubre de 1988 el Centro se trasladó a su actual ubicación en el Campus de Espinardo. Desde el año 1991 la Facultad mantiene la denominación de Facultad de Química.

En 1992, por decisión de Junta de Gobierno, la Facultad de Química asumió la docencia de tres nuevas titulaciones: la Diplomatura en Óptica y Optometría, la Licenciatura en Bioquímica – de segundo ciclo- e Ingeniero Químico. La Licenciatura en Bioquímica se ubicó en la Facultad de Química por entender que era la reconversión de la especialidad en Bioquímica de la Licenciatura en Ciencias

 	MSAIC DE LA FACULTAD DE QUÍMICA Capítulo 2. Presentación de la Facultad	
---	--	---

Químicas, del mismo modo que se consideró que Ingeniero Químico era la sustituta de la especialidad de Química Industrial. Por su parte, la Diplomatura en Óptica y Optometría, pese a que su curriculum contiene una parte importante de materias de Ciencias de la Salud, fue incluida, inicialmente, en el Área de Ciencias Experimentales. Posteriormente, en 1999, se incorporó la Licenciatura en Física a la Facultad de Química, y muy recientemente se ha segregado de la misma la Diplomatura en Óptica y Optometría.

Actualmente, la Facultad de Química presenta una oferta formativa amplia, con los Grados de Química, Física, Bioquímica e Ingeniería Química y los Másteres de Química Fina y Molecular e Ingeniería Química.

Desde los inicios de su andadura, la Facultad de Química ha contribuido al progreso científico-técnico de nuestra Región con la formación de valiosos profesionales que han desarrollado sus tareas en diversos sectores económicos-productivos. Esta labor le ha sido reconocida con la concesión de la Medalla de Oro de la Región de Murcia 2015, que es la distinción honorífica más importante de la Región, y siendo la primera vez que ésta se otorgaba a un centro académico, como *“reconocimiento a la trascendencia social y económica de su labor formativa y su carácter de referente en la formación del capital humano y científico de nuestra Región, así como por su productividad científica y contribución al incremento de la investigación de excelencia en la Universidad de Murcia”*, según consta en el Decreto 77/2015, BORM de 15 de mayo de 2015.

Los actos de conmemoración del 75 Aniversario de la salida de la primera promoción de químicos, con la presentación del libro “75 Años de Química para la Región de Murcia”, en el Teatro Romea, constituyeron un importante impulso de reconocimiento social en nuestra Región de Murcia, y de orgullo para todos los que han formado y formamos parte de la Facultad de Química de la Universidad de Murcia.

Con la construcción de la tabla periódica de 150 m² que luce en nuestra fachada principal, la Facultad de Química de la Universidad de Murcia ha alcanzado cotas de

imagen y proyección internacional nunca imaginadas. Dicha actuación, que ha cambiado la fisonomía del Campus de Espinardo, haciendo de nuestra Facultad un edificio icónico de la Universidad y de la ciudad de Murcia, también ha sido objeto de interés por las principales sociedades científicas internacionales. Este hecho ha determinado que nuestra tabla periódica haya sido la imagen empleada en el dossier presentado por la IUPAC ante la asamblea de la ONU, con el que se consiguió la declaración de 2019 como el Año Internacional de la Tabla Periódica.

El claro compromiso de la Facultad de Química por la calidad se ha visto reconocido por la obtención del certificado AUDIT para su sistema de Aseguramiento Interno de la Calidad, que le ha permitido obtener la Acreditación Institucional así como con la reciente concesión de los Sellos Internacionales EUROBACHELOR al Grado en Química, emitido por parte de la European Chemistry Thematic Network Association (ECTN) y del sello EUR-ACE al Grado en Ingeniería Química, emitido por de la European Network for Accreditation of Engineering Education (ENAE), un gran logro que muy pocas universidades españolas han conseguido hasta el momento.

2.1. Organigrama y responsables

Para la gestión de la Facultad, el organigrama correspondiente es el que se indica en la Figura siguiente.

Como indican los Estatutos de la Universidad de Murcia ([Estatutos Universidad de Murcia](#)) y el Reglamento de Régimen Interno de la Facultad de Química ([Normativa Facultad Química](#)), la máxima representación y responsabilidad recae sobre la Junta de Facultad. Cada título de Grado y Máster cuenta con su Comisión Académica.

Como órganos de gobierno unipersonales está el Decano/a y los diferentes miembros de su Equipo de Dirección, Vicedecanos/as y Secretario/a del Centro, tal y como se indican en el organigrama anteriormente citado.

Las responsabilidades de todos los órganos, tanto unipersonales como colegiados están recogidos en las normas citadas anteriormente que pueden consultarse en la página web de la Universidad y de la Facultad, respectivamente.



2.2. Órganos de gobierno. Comisiones

Para el mejor cumplimiento de sus fines, la Junta de Facultad propone la creación de diferentes comisiones de trabajo y/o seguimiento, cuyos acuerdos deben ser sometidos a la aprobación de la Junta de Facultad.

Las comisiones de trabajo pueden ser:

- a) Reglamentarias. Tienen carácter permanente y se crearán para atender las necesidades y problemas habituales del Centro.

 	MSAIC DE LA FACULTAD DE QUÍMICA Capítulo 2. Presentación de la Facultad	
---	--	---

b) Transitorias. Tienen carácter temporal y serán creadas para atender la resolución de algún problema concreto.

Son comisiones de trabajo reglamentarias, la Comisión Permanente, la Comisión de Calidad, la Comisión de Trabajos de Fin de Grado, las Comisiones Académicas de los Grados y Másteres y las Comisiones Académicas de Curso de los Grados.

Las diferentes comisiones académicas cuentan con un coordinador, que en el caso de los Grados es el Vicedecano correspondiente.

Toda la información detallada las funciones y composición de las diferentes Comisiones, se puede consultar en el Reglamento de Régimen interno de la Facultad de Química.

 	<p>MSAIC DE LA FACULTAD DE QUÍMICA</p> <p>Capítulo 3. Estructura de la Facultad para la Gestión de la Calidad</p>	
---	---	--

Capítulo 3. Estructura de la Facultad para la gestión de la calidad

3.1. Equipo de Dirección

El Equipo de Dirección de la Facultad, y en particular su Decano o Decana como principal responsable de la gestión, actúa como corresponde a la Dirección de cualquier organización comprometida con el establecimiento, desarrollo, revisión y mejora de un sistema de gestión de la calidad.

En este sentido asume las responsabilidades que en los diferentes documentos del SAIC se indican, nombra un Coordinador o una Coordinadora de Calidad para que lo represente en todo lo relativo al diseño, implantación y seguimiento del SAIC, propone a la Junta de Facultad la composición y funciones de la Comisión de Aseguramiento de la Calidad, promueve acciones de mejora para atender a los resultados de las revisiones, análisis y evaluaciones realizados, liderando en todo momento las actuaciones correspondientes al SAIC.

Por tanto, el Decano o la Decana exige que todas las personas de la Facultad actúen de modo diligente y cuidadoso, de manera que no se produzca el más mínimo deterioro en la calidad especificada para los servicios que presta.

Para ello el Decano o la Decana establece la Política de Calidad y los Objetivos Generales para las actividades objeto del alcance del SAIC, comunica a todo su personal la importancia de satisfacer los requisitos de los grupos de interés, así como los legales y reglamentarios de aplicación a sus actividades. Se compromete, además, a llevar a cabo revisiones del SAIC y a asegurar la disponibilidad de los recursos necesarios para que se cumplan los Objetivos de la Calidad.

Igualmente, el Decano o la Decana mantiene una invitación, dirigida a todas las personas de la Facultad, para que realicen propuestas de mejora, las cuales serán estudiadas y, en su caso, aprobadas por la Comisión de Aseguramiento de la

 	MSAIC DE LA FACULTAD DE QUÍMICA Capítulo 3. Estructura de la Facultad para la Gestión de la Calidad	
---	--	---

Calidad, con el objetivo de mejorar los procesos y los resultados de las titulaciones oficiales impartidas.

3.2. Vicedecano/a responsable de Calidad

El Decano o la Decana para ayudarle en las tareas correspondientes al diseño, implantación, mantenimiento y mejora del SAIC de la Facultad, procederá a nombrar un Coordinador o una Coordinadora de Calidad (CC), preferiblemente, miembro del Equipo de Dirección con el nombramiento de Vicedecano o Vicedecana.

Con independencia de las responsabilidades que se le indiquen en el correspondiente nombramiento, en la documentación de los procesos o que le sean asignadas posteriormente por la Comisión de Aseguramiento de la Calidad, el Coordinador/a de Calidad tiene la responsabilidad de:

- Asegurarse de que se establece, implanta y se mantiene actualizado el MSAIC de la Facultad, con especial atención a los capítulos 2 y 3.
- Asegurarse del cumplimiento de los procesos del SAIC que son de aplicación a la Facultad.
- Informar a la Comisión de Aseguramiento de la Calidad sobre el desempeño del SAIC y de cualquier necesidad de mejora.
- Asegurarse de que se promueve la toma de conciencia de los requisitos de los grupos de interés en todos los niveles de la Facultad.

En la aplicación de sus funciones con cada titulación específica, el Coordinador/a de Calidad recibirá apoyo del o la responsable de la coordinación de la titulación o titulaciones de grado (Vicedecanos responsables de cada Grado), de los coordinadores o las coordinadoras académicos de los diferentes másteres que se imparten en la Facultad, del Vicedecano/a de estudiantes y del Secretario/a del Centro (ver organigrama del Apartado 2.1).

El **Coordinador /a de Calidad** es considerado responsable de los procesos del SAIC, en tanto que es la persona encargada de velar por que en la Facultad se apliquen correctamente.

 	MSAIC DE LA FACULTAD DE QUÍMICA Capítulo 3. Estructura de la Facultad para la Gestión de la Calidad	
---	--	---

3.3. Comisión de Aseguramiento de Calidad

La Comisión de Aseguramiento de Calidad de la Facultad (CAC) es un órgano que participa en las tareas de planificación y seguimiento del SAIC, actuando además como uno de los vehículos de comunicación interna de la política, objetivos, planes, programas, responsabilidades y logros de este sistema. Una enumeración no exhaustiva de sus funciones, ya que éstas se indican en la documentación de cada proceso, es la siguiente:

- Verifica la planificación del SAIC de la Facultad, de modo que se asegure el cumplimiento de los requisitos generales del MSAIC, de la Política y los Objetivos de la Calidad y de los requisitos contemplados en las guías de verificación y certificación correspondientes.
- Recibe o, en su caso, coordina la formulación de los objetivos anuales de la Facultad y realiza el seguimiento de su ejecución.
- Realiza el seguimiento de la eficacia de los procesos a través de los indicadores asociados a los mismos.
- Controla la ejecución de las acciones derivadas de la revisión del sistema, y, en general, de cualquier proyecto o proceso que no tenga asignado específicamente un responsable para su seguimiento.
- Conoce las acciones de respuesta a las sugerencias, quejas y reclamaciones.
- Decide la periodicidad y la duración, dentro de su ámbito de competencia, de las campañas de medida de la satisfacción de los grupos de interés.
- Es informada por el Coordinador de Calidad de los resultados del desarrollo de todos los procesos y propone criterios para la consideración de las propuestas de mejora que puedan derivarse de esos resultados.

De forma resumida, podría indicarse que *la CAC es la responsable directa de la planificación y aplicación del SAIC en su Facultad, de analizar las evidencias recogidas en el mismo y realizar propuestas de acciones de mejora y el seguimiento de las aprobadas. Asimismo, es responsable de que el seguimiento y la acreditación de las titulaciones oficiales que se imparten en la Facultad se puedan llevar a cabo tal y como las normativas establecen y de que las recomendaciones, sugerencias y*

 	<p>MSAIC DE LA FACULTAD DE QUÍMICA</p> <p>Capítulo 3. Estructura de la Facultad para la Gestión de la Calidad</p>	
---	---	--

propuestas de mejora incluidas en los preceptivos informes externos de evaluación, se consideren y apliquen correctamente.

Su composición aparece detallada en el Reglamento de Régimen Interno de la Facultad de Química, anteriormente citado.

Se reunirá al menos tres veces año, tras ser convocada por su Secretario o Secretaria. De las sesiones, el Secretario o la Secretaria levantará la correspondiente acta que, tras su aprobación, se publicará en la página Web de la Facultad de modo que esté disponible para toda la comunidad universitaria adscrita al Centro, constituyendo una evidencia de lo tratado en la reunión. Es muy aconsejable que el acta se redacte y se apruebe en un período corto de tiempo (no superior a un mes) para que la comunidad universitaria adscrita a la Facultad esté informada en tiempo y forma.

Como apoyo a las funciones de la CAC, la Facultad cuenta con comisiones académicas de grado y de máster, así como de comisiones académicas de curso, que realizarán los correspondientes análisis de resultados y propuesta de decisiones relativas a las diferentes titulaciones, informando a la CAC de las propuestas adoptados, para que la propia Comisión las analice y decida las acciones a emprender de forma que se asegure del cumplimiento del SAIC de la Facultad.

La composición de estas comisiones se recoge, tal y como se indicó anteriormente, en el Reglamento de Régimen Interno de la Facultad de Química. En el caso de los másteres actuará como Comisión de Calidad, como se indicó en la Memoria de Verificación, su Comisión Académica a la que incorporará uno o dos estudiantes matriculados en el mismo.

3.4. Junta de Facultad

La Junta de Facultad, como órgano de representación y gobierno de la Facultad, tiene sus responsabilidades generales definidas en los Estatutos de la UM y en el

 	<p>MSAIC DE LA FACULTAD DE QUÍMICA</p> <p>Capítulo 3. Estructura de la Facultad para la Gestión de la Calidad</p>	
---	---	---

Reglamento de Régimen Interno de la Facultad. En lo referente al SAIC, en los diferentes documentos del mismo se indican cuáles son sus responsabilidades.

 	MSAIC DE LA FACULTAD DE QUÍMICA Capítulo 4. Política y objetivos de calidad	
---	--	--

Capítulo 4. Política y objetivos de calidad

La Facultad es consciente de que debe de consolidar una cultura de la calidad, apoyada en una política y unos objetivos conocidos y accesibles públicamente, como compromiso con el aseguramiento de la calidad.

Para ello, el Decano o la Decana realiza una declaración pública y por escrito de su política y objetivos de calidad, que alcanza a todas las titulaciones oficiales que se imparten en la Facultad y de la que, por tanto, es responsable último.

Directrices:

- 4.1 Establecer mecanismos para definir, aprobar y revisar de forma periódica la política y objetivos de calidad, alineados con la estrategia/modelo de enseñanza-aprendizaje de la institución. Considerando tanto el contexto nacional/internacional, como la actividad investigadora de sus docentes.
- 4.2 Valorar la inclusión, en la definición de su política de calidad, de aspectos como:
 - Defensa de la libertad académica,
 - Comportamiento ético,
 - Lucha contra el fraude académico,
 - Prevención de la intolerancia y la discriminación de los estudiantes o de su personal,
 - Ampliación a las actividades que subcontrata, o son realizadas por terceros.
- 4.3 Indicar qué grupos de interés, tanto internos como externos, han estado implicados, en la definición, implantación, revisión y mejora de la política y los objetivos de calidad.

- 4.4 Difundir de manera formal, pública y por escrito su política, alcance y objetivos de calidad, de modo que pueda ser conocidos, al menos en sus aspectos básicos, por los diferentes grupos de interés.
- 4.5 Integrar diferentes elementos (órganos, procedimientos, procesos, indicadores, registros, etc.) para configurar un sistema que permita desplegar dicha política de calidad en la institución y en las actividades que desarrollan cada uno de sus grupos de usuarios.
- 4.6 Determinar la sistemática (cómo, quién, cuándo) para la rendición de cuentas a los grupos de interés, en relación al cumplimiento de la política y objetivos de calidad del Centro.

Para su elaboración, revisión y actualización, dispone de un procedimiento documentado (PE01 *Establecimiento, revisión y actualización de la política y los objetivos de la calidad*) en el que se indican las acciones a llevar a cabo tanto para la definición y aprobación en su versión inicial, como para proceder a su revisión y mejora de forma sistemática.

Como punto inicial, la Facultad debe de identificar sus grupos de interés, los cauces en que pueden participar en la elaboración y desarrollo de su política y objetivos y ha determinado el modo (cómo, quién, cuándo) en que les rinde cuentas sobre el cumplimiento de la política y objetivos de calidad.

4.1. Identificación de los grupos de interés

Por grupo de interés se entiende toda aquella persona, grupo o institución que está interesada en la Facultad, en las enseñanzas o en los resultados obtenidos. De modo general se consideran los grupos de interés indicados en la tabla siguiente, junto a algunos de los principales aspectos objeto de atención, que se detallan en los diferentes procedimientos del SAIC.

Grupo de interés	Aspectos a considerar en el SAIC
Estudiantes	Selección y admisión de estudiantes, perfil de formación, organización y desarrollo de las enseñanzas, sistemas de apoyo al aprendizaje, resultados de la formación e inserción laboral y grado de satisfacción.
Profesorado y personal de administración y servicios de la Facultad	Selección y admisión de estudiantes, perfil de formación, organización y desarrollo de las enseñanzas, sistemas de apoyo al aprendizaje, profesorado y personal de administración y servicios, recursos, progreso y rendimiento académico, resultados de la formación e inserción laboral, sistemas de información y grado de satisfacción.
Equipo de Dirección de la Facultad	Oferta formativa, profesorado y personal de administración y servicios, recursos, análisis de resultados y aporte de información.
Empleadores/as	Oferta formativa, perfil de formación, calidad de la formación e inserción laboral y grado de satisfacción.
Egresados/as	Oferta formativa, perfil de formación, calidad de la formación e inserción laboral y grado de satisfacción.
Administraciones públicas	Oferta formativa, perfil de formación, personal académico y de administración y servicios, progreso y rendimiento académico, calidad de la formación e inserción laboral de egresados y costes.
Sociedad en general	Oferta y demanda educativa, progreso y resultados académicos e inserción laboral.

La Facultad, al implantar su SAIC, ha tomado en consideración los requisitos de calidad explícitos o implícitos de los diferentes grupos de interés con relación a la formación oficial que se imparte en ella, con especial atención a los estudiantes.

El análisis de sus necesidades y expectativas (PA03 *Satisfacción, expectativas y necesidades*), son el punto de partida para el establecimiento y mantenimiento de su SAIC, visible no sólo en el interior de la Facultad sino también ante los grupos de interés externos al mismo.

4.2. Cauces de participación de los grupos de interés

Los estudiantes, profesorado y personal de administración y servicios de la Facultad están representados, o forman parte en su totalidad, de los diferentes órganos

colegiados, como la Junta de Facultad, así como de las diferentes comisiones que emanan de la anterior (capítulo 2 MSAIC).

Además está establecida su participación en los Consejos de Departamento y en los órganos supra-facultativos, como Consejo Social, Claustro o Consejo de Gobierno y sus respectivas comisiones.

La composición para Juntas y Comisiones, establecida por los actuales Estatutos de la Universidad de Murcia indica que el 55% serán profesores funcionarios, y por recomendación del Consejo de Gobierno para adaptarse a la LOMLOU por los Profesores Contratados Doctores (incluyendo Directores de Departamento), un 10% del resto del personal docente e investigador, el 30% de estudiantes y el 5% de personal de administración y servicios. Por tanto, la participación de los grupos de interés internos queda garantizada, tanto en las Juntas de Centro, como en todas las Comisiones de ella emanadas.

Empleadores, Administraciones Públicas y Sociedad en general, están representados, dentro de la estructura de la Universidad de Murcia, en el Consejo Social. Además deben ser consultados por la Facultad ante decisiones en las que su opinión se considera fundamental, por medio de encuestas o reuniones focales mantenidas con el Equipo de Dirección o grupo en quien delegue.

En los casos en que la Facultad contempla la realización de prácticas externas, esta relación es especialmente fluida, tanto con los representantes directos de las empresas u organismos en los que tienen lugar, como con las personas encargadas de tutelar externamente las tareas encomendadas a los estudiantes.

4.3. Rendición de cuentas a los grupos de interés

El Equipo de Dirección informa sistemáticamente a los miembros de la Junta de Facultad en las diferentes sesiones, ordinarias o extraordinarias, que se desarrollan.

Además, en cada uno de los procedimientos elaborados se indican los mecanismos que permiten la rendición de cuentas de los diferentes aspectos contemplados.

Anualmente elabora una Memoria que, tras su aprobación en Junta de Facultad, se debe colocar en su página Web y en la que recoge los principales resultados de las actividades realizadas. Asimismo elabora, también de forma anual, su Plan de Actuaciones en el que tiene en cuenta las propuestas de mejora que proceden del análisis de los diferentes resultados de aplicación del SAIC y que le son remitidas por la CAC.

En cuanto a los grupos de interés externos (empleadores/as, egresados/as, administraciones públicas y sociedad en general), el Equipo de Dirección de la Facultad mantiene permanentemente actualizada su página Web con la información más destacable de la Facultad y sus titulaciones, así como, cuando la información lo requiera, se dirige directamente a ellos por los medios de comunicación habituales (*PC09 Información pública y rendición de cuentas*).

Para medir la satisfacción de los grupos de interés, el SAIC de la Facultad cuenta con el procedimiento PA03 Satisfacción, expectativas y necesidades que, como el resto de procesos que aportan resultados, alimenta al proceso general de información pública y rendición de cuentas (PC09).

En resumen, para llevar adelante las anteriores funciones, el SAIC de la Facultad, cuenta con los siguientes procedimientos incluidos en su MPSAIC:

PE01 Establecimiento, revisión y actualización de la política y los objetivos de la calidad.

PC05 Resultados académicos.

PC09 Información pública y rendición de cuentas.

PA03 Satisfacción, expectativas y necesidades.

PA04 Gestión de incidencias (S-Q-R-F).

Capítulo 5. Aseguramiento de la calidad de los programas formativos

La Facultad, debe contar con mecanismos que le permitan mantener y renovar su oferta formativa, desarrollando metodologías para el diseño, aprobación, control y revisión periódica (interna y externa), de los programas.

Las directrices a las que debe de atender en sus diferentes niveles organizativos son:

- 5.1. Establecer mecanismos que regulen el proceso de toma de decisiones relativo a la oferta formativa, y a cada una de las fases del ciclo de vida de los títulos que ofrece.
- 5.2. Disponer de un sistema que permita alinear los objetivos de los planes de estudios con la estrategia institucional y las necesidades de la sociedad, estableciendo una carga de trabajo asumible para el estudiante, y buscando la satisfacción de sus necesidades y expectativas.
- 5.3. Determinar los órganos, grupos de interés (incluyendo, entre otros, a estudiantes y empleadores), y procedimientos implicados en el desarrollo de los programas formativos, durante sus etapas de:
 - Diseño,
 - Aprobación institucional,
 - Planificación,
 - Impartición de acuerdo con las memorias verificadas/acreditadas y guías docentes,
 - Revisión periódica del título, de sus objetivos, mecanismos de coordinación, evaluación, resultados de aprendizaje asociados, etc.
 - Extinción (cuando corresponda).
- 5.4. Disponer de sistemas de recogida y análisis de información (incluida la relativa a la evolución de sus contenidos en el entorno nacional e internacional) que le

permita valorar el mantenimiento y relevancia de su oferta formativa, su actualización o renovación.

- 5.5. Asegurar que se desarrollan los mecanismos necesarios para implementar las mejoras derivadas del proceso de revisión periódica de los títulos, tanto interna como externa.
- 5.6. Determinar el modo (cómo, quién, cuándo) en que se rinden cuentas a los grupos de interés sobre el diseño, organización, desarrollo, revisión y mejora de las enseñanzas impartidas por el Centro.

Para llevar adelante las anteriores funciones, el SAIC de la Facultad cuenta, entre otros, con los siguientes procedimientos incluidos en su MPSAIC:

- PE01 Establecimiento, revisión y actualización de la política y los objetivos de la calidad
- PE02 Ciclo de vida de las titulaciones
- PC01 Planificación y desarrollo de las enseñanzas. Evaluación del aprendizaje.
- PC03 Perfiles de ingreso, captación, selección y admisión de estudiantes
- PC05 Resultados académicos
- PC09 Información pública y rendición de cuentas
- PA03 Satisfacción, expectativas y necesidades
- PA04 Gestión de incidencias (S-Q-R-F)

Las acciones de mejora derivadas del análisis que se realiza en todos los procesos del SAIC conformarán el **Plan de Mejoras del Centro** al que deberá hacerse un seguimiento puntual informando a la CAC del desarrollo del mismo. Esta mejora continua contribuye a asegurar la calidad de los programas formativos.

Por otro lado, una vez concluido el curso académico, la Comisión de Aseguramiento de Calidad, elabora el **Informe de Seguimiento Anual** de cada título, en el que se contemplan todos los aspectos clave, los indicadores clave, un breve análisis de los mismos y las acciones de mejora. Como referencia, además de la documentación

del SAIC, se tendrá en cuenta la Memoria de Verificación de cada una de las titulaciones y las recomendaciones propuestas por ANECA en los informes de seguimiento y acreditación.

A la hora de plantear objetivos, se ha de tener en cuenta que todos los indicadores clave para la gestión de cada centro, entre los que se incluyen los recogidos en el RD 1393/2007, han de tener objetivos anuales cuantificables, y se ha de realizar su seguimiento sistemático.

Capítulo 6. Orientación al aprendizaje

La Facultad debe dotarse de procedimientos que le permitan comprobar que las acciones que emprende tienen como finalidad fundamental favorecer el aprendizaje del estudiante y su acceso a las normas que regulan todas las fases del proceso formativo, desde su admisión, adquisición de competencias y habilidades, hasta la certificación de los resultados de aprendizaje adquiridos. En consecuencia debe atender a las siguientes directrices:

6.1. Disponer de un sistema que le permita recoger, valorar y utilizar la información sobre las necesidades de apoyo y orientación de los estudiantes del Centro, de acuerdo a su diversidad, y con objeto de diseñar, aplicar y establecer acciones de mejora periódicas en materia de:

- Captación, acceso, admisión y matriculación de estudiantes.
- Reconocimiento de las calificaciones, créditos y/o cualificación profesional obtenidos.
- Apoyo y orientación a estudiantes sobre el desarrollo de la enseñanza, fomentando su autonomía y el respeto entre éstos y con sus profesores.
- Planificación y coordinación docente.
- Desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje, mediante el uso de diferentes modalidades de impartición y métodos flexibles de enseñanza y aprendizaje.
- Evaluación de aprendizajes y competencias alcanzadas, conforme a procesos y criterios públicos, difundidos y conocidos con antelación, y aplicados de forma justa y equitativa.
- Realización de prácticas externas y movilidad de estudiantes, ajustadas al propósito expresado en el convenio.
- Gestión de las reclamaciones, quejas, sugerencias y felicitaciones.
- Orientación profesional, incluyendo información sobre becas y otras ayudas.

- 6.2. Determinar los procedimientos con los que cuenta para regular y garantizar los procesos de toma de decisiones relacionados con los estudiantes (citados en el punto 6.1).
- 6.3. Identificar de qué forma los grupos de interés, y el alumnado en particular, participan en el diseño, desarrollo y mejora de los procesos relacionados con el aprendizaje de los estudiantes (citados en el punto 6.1).
- 6.4. Establecer mecanismos que regulen y difundan la normativa que afecta a los estudiantes, en cuanto a sus derechos y obligaciones: reglamentos (evaluación, petición de certificaciones, reconocimiento y transferencia de créditos, progreso y permanencia, sanciones, etc.), normas de uso de instalaciones, calendarios, horarios, beneficios que ofrece la Universidad, etc.
- 6.5. Indicar el procedimiento (cómo, quién, cuándo) seguido para rendir cuentas sobre los resultados del aprendizaje de los estudiantes (citados en el punto 6.1).

Para cumplir con las anteriores funciones, el SAIC de la Facultad tiene definidos, entre otros, los siguientes procedimientos incluidos en su MPSAIC:

- PE02 Ciclo de vida de las titulaciones
- PC01 Planificación y desarrollo de la enseñanza. Evaluación del aprendizaje
- PC03 Perfiles de ingreso, captación, selección y admisión de estudiantes
- PC04 Orientación a estudiantes
- PC05 Resultados académicos
- PC06 Movilidad de los estudiantes
- PC07 Prácticas externas
- PC08 Inserción laboral
- PC09 Información pública y rendición de cuentas
- PA03 Satisfacción, expectativas y necesidades
- PA04 Gestión de incidencias (S-Q-R-F)

Capítulo 7. Personal académico y de apoyo a la docencia

La Universidad de Murcia debe contar con mecanismos que aseguren que el acceso, gestión, desarrollo y formación de su personal académico y de apoyo a la docencia, se realiza con las debidas garantías para que cumpla con las funciones que le son propias.

Para ello, debemos de tener en cuenta las siguientes directrices:

- 7.1. Disponer de una sistemática que le permita definir, revisar y mejorar de forma continua la política y actuaciones institucionales relacionadas con su personal académico y de apoyo a la docencia.
- 7.2. Identificar el modo en que los grupos de interés, en especial profesorado y personal de apoyo a la docencia, participan en la definición de la política del personal y en su desarrollo.
- 7.3. Dotarse de procedimientos que le permitan recoger y valorar información sobre las necesidades de personal académico (perfil del puesto, competencias requeridas, etc.), de acuerdo con la política de personal de la institución y de la normativa oficial.
- 7.4. Contar con medios para recoger y analizar información relativa a las competencias y a los resultados actuales de su personal académico, con objeto de mejorar los procesos de acceso, formación, evaluación del desempeño, promoción y reconocimiento, así como el rendimiento y la satisfacción de aquellos.
- 7.5. Determinar los procedimientos con los que cuenta para regular y garantizar procesos justos y transparentes de toma de decisiones relacionados con los aspectos descritos en el punto 7.4.
- 7.6. Contar con mecanismos que permitan a su personal académico y de apoyo a la docencia, reforzar el vínculo entre docencia e investigación, así como acceder

a nuevos métodos de enseñanza y aprendizaje, evaluación y uso de nuevas tecnologías.

7.7. Indicar el procedimiento (cómo, quién, cuándo) seguido para rendir cuentas sobre los resultados de la aplicación de su política de personal docente e investigador.

Para cumplir las anteriores funciones, el SAIC de la Facultad cuenta, entre otros, con los siguientes procedimientos incluidos en su MPSAIC:

PE02 Ciclo de vida de las titulaciones

PC01 Planificación y desarrollo de las enseñanzas. Evaluación del aprendizaje

PC09 Información pública y rendición de cuentas

PA03 Satisfacción, expectativas y necesidades

PA04 Gestión de incidencias (S-Q-R-F)

PA05 Gestión del personal académico y de apoyo a la docencia

Capítulo 8. Recursos materiales y humanos y servicios

La Universidad y la Facultad deben dotarse de mecanismos que le permitan diseñar, gestionar y mejorar los servicios de apoyo al alumnado, así como de los recursos humanos y materiales (aulas, salas de estudio, aulas de informática, laboratorios, salas de reunión, puestos de lectura en biblioteca y equipamiento, material científico, técnico, asistencial y artístico), necesarios para facilitar un adecuado desarrollo de su aprendizaje.

Por esta razón la Facultad, por si misma o bien la Universidad, de forma centralizada, debe de atender las siguientes directrices:

- 8.1. Disponer de un sistema para la definición, revisión periódica y mejora continua de la política y actuaciones institucionales relacionadas con el personal de administración y servicios, asegurando su cualificación y desarrollo de competencias.
- 8.2. Establecer los procedimientos para canalizar las distintas vías de participación de los grupos de interés en la gestión de los recursos materiales y en la prestación de los servicios.
- 8.3. Disponer de mecanismos que le permitan obtener, valorar y utilizar información para la dotación de:
 - Recursos materiales e inmateriales (atendiendo, entre otros, a los aspectos relacionados con discapacidad, seguridad y prevención de riesgos, y gestión medioambiental).
 - Servicios de apoyo y orientación (tutoría, prácticas de laboratorio, administración y secretaría, etc.).

Para todos los casos, dicha dotación estará adaptada a la modalidad de enseñanza impartida (presencial, semi-presencial, on-line) y a la diversidad del alumnado.

- 8.4. Determinar los procedimientos con los que cuenta para regular y garantizar los procesos de toma de decisiones relacionados con los recursos materiales y los servicios.
- 8.5. Contar con mecanismos que garanticen la adecuación, mantenimiento, actualización y mejora de los recursos y servicios ofrecidos por la Universidad y/ o el Centro, así como su accesibilidad y aprovechamiento por parte de los diferentes colectivos de usuarios.
- 8.6. Indicar el procedimiento (cómo, quién, cuándo) seguido para rendir cuentas sobre la adecuación, nivel de uso y grado de satisfacción de los usuarios, respecto a los recursos y servicios de apoyo puestos a su disposición.

Para cumplir estas funciones, el SAIC de la Facultad cuenta, entre otros, con los siguientes procedimientos incluidos en su MPSAIC:

PE02 Ciclo de vida de las titulaciones

PC01 Planificación y desarrollo de las enseñanzas. Evaluación del aprendizaje

PC09 Información pública y rendición de cuentas

PA03 Satisfacción, expectativas y necesidades

PA05 Gestión de los recursos materiales y servicios

Capítulo 9. Resultados de la formación

La Facultad debe dotarse de procedimientos que le permitan medir, analizar y utilizar los resultados generados por el SAIC, entre otros, del aprendizaje, de la satisfacción de los distintos grupos de interés y de la inserción laboral/empleabilidad, para la toma de decisiones que conduzcan a una mejora de la calidad de las enseñanzas que imparte y del resto de actividades que realiza.

En consecuencia, debe de atender a las siguientes directrices, bien por sí misma o en colaboración con alguno de los servicios de la Universidad:

- 9.1. Determinar los mecanismos que evalúen que los procesos de toma de decisiones relacionados con los resultados del SAIC se desarrollen de manera objetiva, transparente y equitativa.
- 9.2. Identificar de qué forma los grupos de interés participan en la medición, análisis y mejora de los resultados.
- 9.3. Contar con sistemas de recogida de información, cuantitativa y cualitativa, que aseguren la validez de los datos obtenidos en los diferentes procesos del sistema de aseguramiento interno de calidad, por ejemplo, resultados de aprendizaje alcanzados, satisfacción de los distintos grupos de interés y estudios de inserción laboral/empleabilidad.
- 9.4. Definir cómo se realiza el control, revisión periódica y mejora, tanto de la pertinencia e idoneidad de los indicadores del SAIC, como de los sistemas de análisis utilizados.
- 9.5. Diseñar las estrategias de análisis para introducir mejoras en los procesos incluidos dentro del alcance del SAIC, relacionados con el grado de consecución de los resultados obtenidos.
- 9.6. Indicar el procedimiento (cómo, quién, cuándo) seguido para rendir cuentas sobre los resultados obtenidos (presentación de memorias de actividades, informes de resultados, etc.).

Para cumplir las anteriores funciones, el SAIC de la Facultad, tiene establecidos, entre otros, los siguientes procedimientos incluidos en su MPSAIC:

- PE01 Establecimiento, revisión y actualización de la política y los objetivos de la calidad
- PE02 Ciclo de vida de las titulaciones
- PC01 Planificación y desarrollo de las enseñanzas. Evaluación del aprendizaje
- PC05 Resultados académicos
- PC08 Inserción laboral
- PC09 Información pública y rendición de cuentas
- PA03 Satisfacción, expectativas y necesidades
- PA04 Gestión de incidencias (S-Q-R-F)

El análisis de resultados académicos tiene un interés particular para la Facultad, en tanto que los Estatutos de la UM obligan a realizar un análisis anual de los mismos incluyendo propuestas de mejora, que habrán de remitir a la Comisión de Calidad del Claustro para que ésta informe en sesión plenaria.

Los resultados del aprendizaje deberían segmentarse, cuando resulte posible, en función de las diferentes tipologías de alumnos, tales como: sexos, estudiantes a tiempo completo, parcial, no presenciales, mayores de 25 años, no presentados a las pruebas de evaluación, etc.

Capítulo 10. Información pública

La Facultad, debe dotarse de mecanismos que le permitan garantizar la publicación y difusión periódica de información fiable, actualizada y accesible, relativa a los títulos ofertados y sus resultados, así como a otras actividades realizadas.

La información que hace pública la Facultad, por medio de su página Web, se utiliza para la evaluación del seguimiento y acreditación periódica de sus titulaciones, lo que añade una especial importancia a las acciones propuestas en este capítulo del Manual y en los procedimientos que lo desarrollan. Se deberá de realizar conforme a las siguientes directrices:

- 10.1. Disponer de sistemáticas de actuación que le permitan obtener la información sobre el desarrollo y resultados de los títulos impartidos y otras acciones relacionadas.
- 10.2. Determinar los mecanismos para regular y garantizar los procesos de toma de decisiones relacionados con la publicación de la información sobre los títulos ofertados por el Centro.
- 10.3. Determinar el procedimiento establecido para informar de forma comprensible a los grupos de interés, incluyendo los distintos niveles de la estructura organizativa del Centro, acerca de, al menos:
 - Oferta formativa,
 - Objetivos de los títulos, plan de estudios y guías docentes,
 - Resultados de aprendizaje obtenidos por los egresados,
 - Políticas de acceso, admisión (perfil de ingreso recomendado) y orientación de los estudiantes,
 - Metodologías de enseñanza-aprendizaje y sistemas de evaluación (criterios de calificación, incluidas las prácticas externas),
 - Movilidad,
 - Reclamaciones, quejas/alegaciones y sugerencias,

- Posibilidades en relación a la continuidad de los estudios y/o a las diversas oportunidades de empleo y ámbitos de desempeño profesional,
- Acceso, evaluación, promoción y reconocimiento del personal académico y de apoyo a la docencia,
- Servicios y recursos ofrecidos por la Universidad/Centro,
- Resultados de la enseñanza, tanto previstos, como realmente obtenidos (tasas de rendimiento académico/aprendizaje, inserción laboral, y satisfacción de los distintos grupos de interés),
- Resultados de las evaluaciones externas realizadas al título (VMSA),

10.4. Definir cómo se realiza el control, revisión periódica y mejora continua de la información pública que se facilita a los grupos de interés,

10.5. Indicar el procedimiento (cómo, quién, cuándo) empleado para rendir cuentas sobre los resultados de la publicación y difusión de información sobre los títulos, así como de otras actividades relacionadas, desarrolladas por el Centro.

Todos los procesos que configuran el mapa de procesos del SAIC de la Facultad están relacionados y son la referencia y fuente de alimentación para el procedimiento PC09 *Información pública y rendición de cuentas*, que desarrolla lo indicado en este capítulo del MSAIC.

Capítulo 11. Mantenimiento y actualización del saic

La Facultad debe disponer de una metodología de trabajo y de los recursos necesarios para diseñar e implantar un Sistema de Aseguramiento Interno de Calidad (SAIC) que ayude de manera eficaz al logro y mejora de sus resultados, y posibilite su evaluación externa con carácter periódico.

Para ello deberá atender a las siguientes directrices:

- 11.1. Definir el órgano responsable (estructura, funciones y toma de decisiones) y el procedimiento de control, revisión y mejora continua del SAIC y de la documentación que le da soporte.
- 11.2. Indicar los grupos de interés implicados y vías de participación en el diseño, implantación, y mantenimiento del SAIC.
- 11.3. Disponer de un sistema que permita el acceso a la documentación del SAIC a los implicados, asegurando que ésta describe de manera fiel y actualizada tanto los procesos que se llevan a cabo en el Centro, como sus mecanismos de medición, análisis y mejora.
- 11.4. Definir una sistemática para lograr un conocimiento operativo de lo previsto en la documentación del SAIC por parte de los diferentes grupos de interés, con la profundidad y detalle adecuados a cada caso.
- 11.5. Establecer un procedimiento para asegurar que los registros generados durante la implementación del SAIC se conservan en un soporte que garantice su integridad, acceso y trazabilidad durante el periodo que se especifique como necesario.
- 11.6. Definir, documentar y determinar por la Unidad para la Calidad (UC) de la Universidad de Murcia el procedimiento establecido para desarrollar **auditorías internas** periódicas al SAIC, con el fin de evaluar de manera objetiva su grado de implantación real en el Centro.

Para cumplir las anteriores funciones, el SAIC de la Facultad, tiene establecidos, entre otros, los siguientes procedimientos incluidos en su MPSAIC:

PA07 Auditorías Internas al SAIC de Centros de la Universidad de Murcia.

11.7. Solicitar a ANECA, en los casos en que el Centro considere la posibilidad de acreditarse institucionalmente a través de la certificación de su SAIC, y siguiendo el Programa AUDIT, la realización de **auditorías externas**, de modo que su reconocimiento contribuya a incrementar la confianza de los grupos de interés en la calidad de las actividades que se realizan en aquel.

En el capítulo 1 del presente manual se describe cómo desde el Centro y desde la Unidad para la Calidad se llevan a cabo las actuaciones relacionadas con las directrices enumeradas en este capítulo.



Política y objetivos de calidad

La Facultad de Química de la Universidad de Murcia, consciente de la importancia de consolidar una cultura de excelencia en el ámbito universitario, considera la mejora continua como un elemento fundamental para mantener y mejorar la proyección científica y social ganada durante sus más de 75 años de historia, de forma de que las competencias, habilidades y aptitudes de sus estudiantes, egresados, y de todo su personal, continúen siendo reconocidas y valoradas por los empleadores y la sociedad en general

En consecuencia, la Política de Calidad de la Facultad de Química se orienta fundamentalmente a la formación de profesionales en los campos de la Química, la Bioquímica, la Física y la Ingeniería Química, atendiendo a su formación especializada y de posgrado, así como a su formación a lo largo de toda su vida profesional, manteniéndose a la vanguardia de la innovación y la calidad dentro del marco que establecen los objetivos de desarrollo sostenible para nuestra Facultad y nuestro entorno social y económico.

La Facultad de Química defiende en particular la libertad académica, el comportamiento ético, la lucha contra el fraude académico, el respeto y la igualdad de todas las personas, la rendición de cuentas, la transparencia, y la prevención de la intolerancia y la discriminación.

La Facultad de Química adquiere el compromiso de garantizar la mejora continua basando sus actuaciones en el análisis de las necesidades y expectativas de todos sus grupos de interés. Para ello, toma en consideración los procedimientos de su Sistema de Aseguramiento Interno de Calidad, y establece los siguientes objetivos:



Desde 1940



Facultad de Química

Campus de Espinardo, Edificio 19, 30100 Murcia

868 88 4313 – facultad.quimica@um.es

<http://quimica.um.es>



Objetivos Generales

- OG1: Formación y orientación.** Proporcionar una formación dirigida hacia la excelencia, realizando una oferta académica acorde con las necesidades y expectativas de la Universidad de Murcia, de sus estudiantes, de los empleadores y de la sociedad en general.
- OG2: Captación y difusión.** Planificar y desarrollar acciones para captar estudiantes con vocación en las áreas científicas de nuestra competencia. Difundir nuestra actividad para llegar a todos los colectivos de interés.
- OG3: Comunicación y organización digital.** Gestionar adecuadamente todos los canales de comunicación, en todos los colectivos necesarios, tanto de comunicación interna como de externa a la Facultad.
- OG4: Alianzas.** Afianzar las alianzas intrauniversidad y extrauniversidad existentes y generar nuevas, con todo tipo de entidades, empresas y colectivos, para crear relaciones que promuevan la realización de acciones beneficiosas para la Facultad, sus miembros, y la sociedad que nos sustenta.
- OG5: Recursos.** Orientar la gestión de recursos humanos y materiales a la mejora continua, a la formación permanente, a la eficiencia, y al desarrollo sostenible de la Facultad y su entorno.
- OG6: Movilidad.** Informar y estimular a nuestros estudiantes sobre las opciones de complemento de su formación en otros centros y entidades nacionales, europeas y extracomunitarias.



Plan de Calidad. Curso 2022/23

Objetivos Generales	Acciones / Objetivos Específicos	Proc	Evidencias / Indicadores
Formación y orientación. Proporcionar una formación dirigida hacia la excelencia, realizando una oferta académica acorde con las necesidades y expectativas de la Universidad de Murcia, de sus estudiantes, de los empleadores y de la sociedad en general.	Realizar al menos dos reuniones de coordinación, análisis y planificación en cada curso, y en cada título.	PC01	Actas de las comisiones, indicadores propios del objetivo.
	Mejora de la difusión del Plan de Acción Tutorial y Orientación por los medios de comunicación interna, y en colaboración con la delegación de estudiantes.	PC04	Plan de Acción, informes de reuniones con delegación de estudiantes, indicadores propios del objetivo específico
	Reconsideración de la política de acciones sobre las tasas de rendimiento y éxito, y de idioma extranjero.	PC05	Informes sobre reuniones, acuerdos adoptados.
	Revisión del funcionamiento y de la organización de los grados y másteres de la facultad	PC01	Informes sobre reuniones, acuerdos adoptados.
Captación y difusión. Planificar y desarrollar acciones para captar estudiantes con vocación en las áreas científicas de nuestra competencia. Difundir nuestra actividad para llegar a todos los colectivos de interés	Promover la Química, la Física, la Bioquímica y la Ingeniería Química entre jóvenes, para mantener el interés en el acceso a nuestras titulaciones.	PC03	Plan de Captación y Difusión y sus indicadores y evidencias.
	Incluir acciones de difusión de la Química, la Física, la Bioquímica y la Ingeniería Química orientadas a otros colectivos de la sociedad, no solo a estudiantes de bachillerato, llamando además a nuestro plan <i>Plan de Captación y Difusión</i> .	PC03	Plan de Captación y Difusión, y sus indicadores y evidencias
Comunicación y organización digital. Gestionar adecuadamente todos los canales de comunicación, en todos los colectivos necesarios,	Creación de un documento de medios y estrategias de comunicación interna y externa para realizar una planificación conjunta de transmisión de información.	PC09 PC03 PC04 PC06	Documento de medios y estrategias de comunicación



tanto de comunicación interna como de externa a la Facultad.	Revisión y actualización de medios y herramientas digitales para la comunicación	PC09	Repertorio de actualizaciones y de nuevos medios y herramientas realizado
	Replanteamiento del sistema de encuestas del centro, para favorecer la participación y obtener información relevante.	PC09 PA03	Informes sobre reuniones y acuerdos adoptados
Alianzas. Afianzar las alianzas intrauniversidad y extrauniversidad existentes y generar nuevas, con todo tipo de entidades, empresas y colectivos, para crear relaciones que promuevan la realización de acciones beneficiosas para la Facultad y la Sociedad	Mejorar y afianzar el protocolo de relaciones y acciones con el COIE-UMU, especialmente en lo referente a la relación con los egresados, y con los acuerdos para la realización de prácticas externas curriculares.	PA03 PC07 PC08	Informes sobre reuniones realizadas y acuerdos adoptados
	Mejorar y afianzar el estado de las relaciones con los Departamentos que imparten docencia en la Facultad, la delegación de estudiantes, y los servicios universitarios más relacionados con la vida en la Facultad.	PA05 PA03 PA04	Informes de acciones y reuniones.
	Analizar las relaciones de la Facultad con los Centros de Enseñanza Secundaria y con el conjunto de Colegios profesionales, Sociedades y Asociaciones afines, planeando la forma de mantener lazos con todos ellos. Incluir una especial atención a la relación con las empresas de nuestro entorno socioeconómico.	PC03 PC09 PC07 PC08	Informes de acciones realizadas
Recursos. Orientar la gestión de recursos humanos y materiales al desarrollo sostenible de la Facultad, a la mejora continua y a la formación permanente de nuestro personal	Favorecer la formación de nuestro PAS en aquellos aspectos demandados por ellos, e importantes para el desarrollo de su actividad laboral	PA05 PA03	Solicitudes cursadas al Centro de Formación y Desarrollo Profesional de la UMU
	Tratar con los departamentos que imparten docencia en la Facultad la necesidad de realizar acciones de formación del profesorado, sirviendo la Facultad de canalización común si los Departamentos lo estiman conveniente.	PA05 PA04	Informe sobre reuniones y acciones realizadas. Solicitudes cursadas al CFDP por el centro, si fuese necesario.



	Realizar acciones de concienciación, el pdi y pas del centro, sobre realizar acciones saludables, como la actividad física o la correcta nutrición para el mantenimiento de la salud.	PA05	Acciones realizadas
	Mejorar todas aquellas infraestructuras y recursos que sean posibles y necesarios.	PA06	Informe sobre mejoras y adquisiciones realizadas
Movilidad. Informar a nuestros estudiantes sobre las opciones de complemento de su formación en otros centros y entidades nacionales, europeas y extracomunitarias	Estimular la participación de los estudiantes en los Programas de Movilidad	PC06	Indicadores propios del objetivo
	Reconsideración del funcionamiento de las prácticas externas curriculares de los Grados de la facultad	PC07 PA03	Informes sobre acciones realizadas



Plan de Captación y de Difusión de la ciencia de la Facultad de Química 2022-23

La divulgación de la Química, la Bioquímica, la Física y la Ingeniería Química hacia la sociedad es una necesidad para conseguir que ésta valore la importancia de la ciencia en el desarrollo y el potencial económico y humano de nuestra Comunidad Autónoma.

Además, es necesario mantener y/o aumentar el número de estudiantes en los bachilleres científico y tecnológico, ya que así se mantendrán el número de estudiantes que acceden a nuestras titulaciones y se garantizará la formación de profesionales en estos campos. Por lo tanto, se requiere emprender acciones que favorezcan el crecimiento del número de estudiantes que optan por las titulaciones científico-técnicas.

Por todos estos motivos, las actividades que contempla nuestro plan se enfocan a promover la educación científico-tecnológica de los jóvenes de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia y estimular el estudio de la Física, la Química, la Bioquímica y la Ingeniería Química. Algunas de las actividades se realizan en colaboración con Centros de Enseñanza de Secundaria y Bachillerato.

Actividades

- Organización y realización del programa “**Vive la Ciencia**”: Visita de alumnos bachillerato a la Facultad de Química, para realizar experiencias prácticas de Física y de Química en los Laboratorios de la Facultad.
- Colaboración en las **Olimpiadas relativas a las titulaciones del Centro (Química, Física...)**
- Colaboración en la **Semana de la Ciencia y la Tecnología**
- Colaboración en la **Noche Europea de los Investigadores**
- Colaboración en el certamen **MasterChem**
- Colaboración en las **Charlas de Orientación Profesional** del COIE
- Colaboración en las **visitas guiadas de Centros de Secundaria** de la UMU
- Realización de **charlas en centros de educación Secundaria y Bachillerato** que lo soliciten para informar a los alumnos sobre nuestros títulos.
- Realización de **conferencias y charlas** de todo tipo y en diferentes momentos para difusión de la Ciencia
- Colaboración en **otras actividades** de captación y difusión que puedan surgir y se consideren de interés



Desde 1940





Plan de Orientación de la Facultad de Química 2022-23

El objetivo de este plan anual de orientación es establecer acciones de orientación y apoyo a los estudiantes para favorecer su incorporación a la vida universitaria y laboral. Estas acciones se clasifican en varios grupos:

- Acciones de acogida (A)
- Acciones de tutoría (T)
- Acciones de apoyo a la formación (F)
- Acciones de orientación laboral (L)
- Otras acciones de apoyo (O)

La siguiente tabla establece las acciones planeadas, de las que se irán completando los detalles a medida que se vayan programando. Además, podrán realizarse otras acciones durante el curso, que se incluirán en la memoria final del Plan.

Acción	Responsable	Tipo	Momento
Jornada de acogida a alumnos de primer curso	E. Decanal	A	Inicio curso
Jornada de acogida Máster Química Fina y Molecular	Coord Máster	A	Inicio curso
Jornada de acogida Máster Ing. Química	Coord Máster	A	Inicio curso
Programa Tutor (asignación de profesores tutores orientadores a los alumnos que lo deseen)	Vice Grados	T	Todo el curso
Charla Líneas Investigación en la F. de Química para TFG	Grupos Inv	FT	Septiembre
Charla Líneas Investigación en la F. de Química para TFM	Grupos Inv	FT	Septiembre
Charla Prácticas Externas (Q, BQ, F, IQ)	Vice Grados	FL	Octubre
Conferencias San Alberto	Decanato	O	Noviembre
Otras conferencias de difusión	Decanato	O	Todo el curso
Charla COIE Información sobre sus servicios	COIE	L	Noviembre
Presentación programas de movilidad	SRI	F	Enero
Charla COIE Elaboración Proyecto Profesional	COIE	L	Febrero
Charla informativa QUIR	Vice Quim	L	Marzo
Charla informativa BIR	Vice Bioquim	L	Marzo
Charla elección Optatividad	Vice Grados	TF	Mayo
Charla presentación Másteres de la Facultad	Coordi. Máster	FT	Abril



Programa Tutor de la Facultad de Química

Objetivos generales:

- Integrar e implicar al estudiante del primer curso en la vida académica.
- Ayudar a desarrollar la capacidad de aprendizaje.
- Construir un proyecto académico-profesional personal.

Objetivos específicos:

- Facilitar la integración del estudiante en la vida académica universitaria, evitando el sentimiento de aislamiento y soledad del primer curso.
- Proporcionar información sobre los diferentes servicios que ofrece la Universidad de Murcia y la propia Facultad de Química.
- Identificar dificultades que presentan en los estudios y analizar las posibles soluciones.
- Orientarles en la toma de decisiones y en la elección de su itinerario curricular.
- Fomentar el uso de las tutorías académicas.
- Desarrollar la capacidad de reflexión, diálogo y autonomía.
- Apoyar y orientar al alumno en su proceso de formación integral.
- Transmitir al alumno lo que supone formar parte de la comunidad universitaria.

Planificación:

- Al inicio del curso académico, concretamente en la Jornada de Acogida a los alumnos de primer curso, se elaborará la lista de alumnos participantes en el Programa Tutor (en adelante PT) y posteriormente, se asignará a cada alumno un tutor, escogido entre los que participen voluntariamente en el PT. Una vez asignado el tutor, se le envía a éste la información de contacto del alumno. Esta tarea será realizada por el vicedecano responsable de cada título.
- Los alumnos de segundo año de estudios, y siguientes, podrán continuar siendo tutelados siempre que así lo acuerden tutor y alumno. En caso de que el tutor no quiera continuar participando en el PT y sus tutelados sí, se asignarán a éstos otro tutor. Los tutelados también pueden expresar directamente al Coordinador su interés en continuar en el PT con otro tutor.



- Cualquier alumno que no eligiera participar en el PT en primer curso, puede solicitarlo al coordinador en cursos posteriores, y éste le asignará un tutor del panel de tutores u otro profesor de la titulación.
- Cada tutor se pondrá inicialmente en contacto con sus tutelados y podrá programar a lo largo del curso todas aquellas reuniones o entrevistas que crea convenientes. El alumno también puede reunirse con su tutor cuantas veces lo crea oportuno. Existe una *Ficha de Reuniones*, anexa, en la que se registran las reuniones, que pueden ser de varios alumnos tutorizados a la vez, o individuales.
- El tutor puede programar entrevistas individuales o grupales, en función del número de alumnos que tutoriza y las demandas individuales de cada uno de ellos.
- Al final del curso académico, el tutor finaliza la *Ficha de Reuniones* y la aporta, quedando registrada la participación del alumno en el PT.



Ficha de Reuniones del Programa Tutor

Curso académico :

Tutor:

Alumnos:

Nombre (completo)	Título y Curso

Reuniones de grupo:

Asistentes (nombres abreviados)	Temas tratados

Reuniones Individuales:

Alumno (nombre abreviado)	Temas tratados

Fecha y Firma del tutor



Plan de recogida de opiniones de la Facultad de Química

Para conocer la satisfacción, necesidades y expectativas de los distintos grupos de interés, la Facultad de Química recogerá sus opiniones a través de encuestas, siguiendo los modelos que para ello proporciona la Unidad para la Calidad de la Universidad, con leves modificaciones para adaptarlas a cada situación particular.

La organización de las encuestas es la siguiente:

Grupo de interés	Información	Momento/periodicidad	Herramienta
Alumnos de primer curso de grado	Satisfacción con el proceso de acogida	Octubre, anual	Encuesta
Alumnos de grados y másteres	Satisfacción con el desarrollo del curso	Abril, anual	Encuesta
Personal Docente e Investigador	Satisfacción con el desarrollo de la docencia	Junio, bienal	Encuesta
Personal de Administración y Servicios	Satisfacción con el desarrollo de la actividad	Junio, bienal	Encuesta
Empleadores*	Satisfacción con la formación de los egresados que reciben en sus entidades	bienal	Encuesta
Egresados*	Satisfacción con la formación recibida	bienal	Encuesta

*Esta acción realizará sobre la información que el COIE pueda aportar al centro.

(Aprobado Comisión de Aseguramiento de la Calidad del xx/xx/x)

(Aprobado Junta de Facultad del xx/xx/20xx)



Desde 1940



Facultad de Química

Campus de Espinardo, Edificio 19, 30100 Murcia

868 88 4313 – facultad.quimica@um.es

<http://quimica.um.es>



Bases para la concesión del Premio Alumni Facultad de Química

1. Este documento presenta las bases para la concesión anual del “Premio Alumni Facultad de Química”, en adelante “el premio”.
2. El premio distingue a un antiguo alumno de la Facultad de Química que haya destacado en su trayectoria profesional o personal, trayectoria vinculada a la Química, la Física, la Ingeniería Química o la Bioquímica.
3. Se considera antiguo alumno a aquella persona que ha cursado y ha obtenido alguno de los títulos oficiales ofertados por la facultad. Esto incluye Licenciatura, Grado y/o Máster.
4. El premio se entregará cada curso académico en la fecha que la Facultad de Química determine, para su mayor reconocimiento y difusión.
5. El premio podrá concederse *ex aequo* a más de una persona, con un límite de cuatro, si las circunstancias así lo requieren.
6. No será elegible para este premio aquella persona que haya tenido una relación contractual con la Universidad de Murcia en los últimos 10 años, a contar desde la fecha de convocatoria del premio.
7. Corresponderá al Decanato de la Facultad de Química la resolución de cualquier duda que pueda suscitar la interpretación de estas bases.

Jurado

8. La persona premiada será elegida por un Jurado convocado por el Decanato de la Facultad de Química, de acuerdo con la siguiente composición:
 - El Decano, que actuará como Presidente.
 - El Secretario de la Facultad de Química, que actuará como secretario del Jurado.
 - La Vicedecana de Estudiantes.
 - Tres profesores (grupo A y B) de la Junta de Facultad elegidos al azar.
 - Un miembro del Personal de Administración y Servicios de la Junta de Facultad elegido al azar.
 - La delegada y el subdelegado de estudiantes de la Facultad de Química o personas en las que deleguen.
9. Ningún miembro del Jurado podrá tener vinculación, de acuerdo con lo que marca la ley, con alguno de los candidatos. Si así fuera deberá ponerlo en conocimiento del Decanato, que nombrará un sustituto.



Desde 1940





Las propuestas

10. El Decanato, en su convocatoria anual, establecerá el plazo de recopilación de propuestas de candidatos al premio. La convocatoria y el plazo de propuestas se comunicarán por medio de los cauces habituales, y tantos otros como considere conveniente.
11. Las propuestas de candidatos podrán realizarse por cualquier ciudadano, a título individual o en representación de un colectivo. El Decanato podrá realizar propuestas de candidatos.
12. Las propuestas se realizarán mediante el formulario que se incluye en el Anexo a estas bases, y en el que se detallarán los motivos por los que se propone al candidato. Dicho formulario se hará llegar al Secretario de la Facultad de Química por correo electrónico a la dirección que se indique en la convocatoria anual.
13. El Decanato hará llegar las propuestas al Jurado.

Concesión

14. Reunido el Jurado, se encargará de elegir de entre todas las propuestas existentes, y, a la vista de los indicios aportados, a aquel antiguo alumno de la Facultad de Química que haya destacado en su trayectoria profesional o personal, en relación a la Química, la Física, la Ingeniería Química o la Bioquímica.
15. Con anterioridad a la concesión definitiva y si lo considera conveniente, el Jurado podrá solicitar, a quién estime oportuno, información adicional o aclaraciones sobre las propuestas presentadas.
16. La decisión del Jurado se realizará al menos por mayoría cualificada de dos tercios de sus miembros (con redondeo por exceso), siendo conveniente que la elección sea por acuerdo unánime.
17. El premio puede quedar desierto
18. El Jurado emitirá Acta reflejando la/s persona/s a la/s que se ha concedido el premio, que se hará pública mediante los cauces habituales de la Facultad.
19. El Jurado y todas las personas involucradas en este proceso guardarán confidencialidad sobre el mismo y no harán público en ningún momento el nombre o información sobre los candidatos no premiados.



Convocatoria Premio Alumni Facultad de Química 2022/23

El Decanato de la Facultad de Química tiene el placer de convocar el Premio Alumni Facultad de Química para el curso académico 2022-23, cuyas Bases han sido publicadas en la página web de la Facultad. Indicaciones:

- Las propuestas de candidatos se remitirán mediante el formulario anexo, que se enviará a la dirección de correo electrónico: secretario.quim@um.es, indicando "Premio Alumni" en el asunto del mensaje.
- El plazo para el envío de propuestas comprende desde el miércoles día 8 de febrero de 2023 **hasta el lunes, día 20 de febrero de 2023 a las 14:00 horas**.
- El Decanato confirmará al remitente del correo la recepción de cada propuesta recibida, antes del día 22 de febrero de 2023. En caso de no recibirse dicha confirmación, el interesado podrá contactar con el Decanato para subsanar el problema, hasta el día 24 de febrero de 2023 a las 14:00 horas.
- La composición del **Jurado** se ajustará a las Bases de la Convocatoria, y será publicada por el Decanato tan pronto esté confirmada.

En Murcia, a 2 de febrero de 2023



Premio Alumni Facultad de Química 2022/23
Propuesta de candidato al Premio

D/D^{ña}:

Con DNI nº

A (indicar lo que proceda)

título personal

en representación de: _____

Propone como Premio Alumni Facultad de Química a:

Por los siguientes motivos (detállense los méritos alegados):

En Murcia, a ____ de _____ de _____