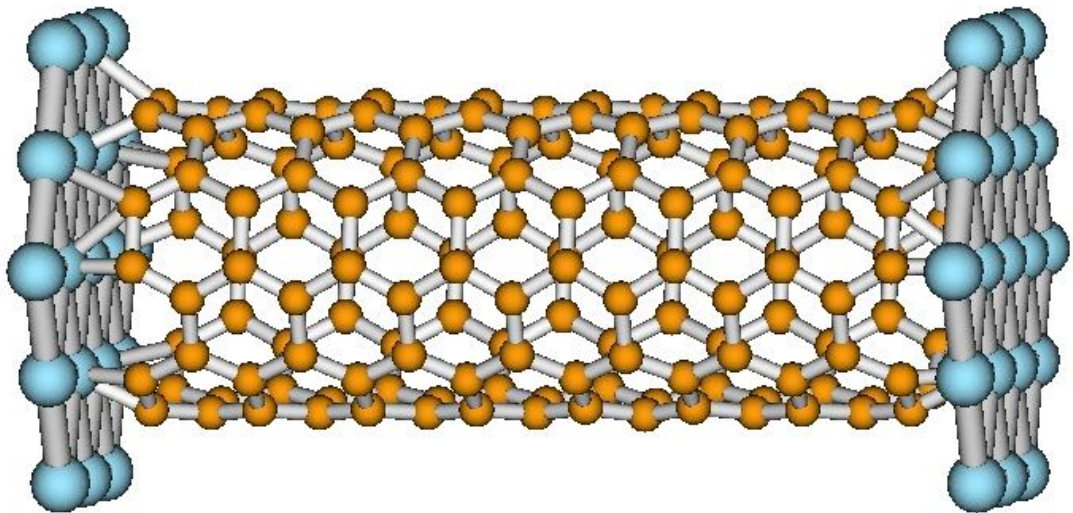


**Master Interuniversitario**  
**en**  
**Nanociencia y Nanotecnología**  
**Molecular**



**Dpto. Física Aplicada**  
**Universidad de Alicante**

## IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO OFICIAL DE MASTER

### 1. Identificación

1. Universidades proponentes:
  - **Universidad de Valencia. Instituto de Ciencia Molecular**
  - **Universidad de Zaragoza. Instituto de Nanociencia de Aragón**
  - **Universidad de Alicante. Departamento de Física Aplicada**
  - **Universidad Miguel Hernández. Instituto de Bioingeniería**
  - **Universidad de La Laguna. Departamento de Física Fundamental**
  - **Universidad de Valladolid. Departamento de Física de la Materia Condensada y Departamento de Química Física y Química Inorgánica**
2. Denominación  
**NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGIA MOLECULAR**
3. Unidad Responsable  
**Instituto de Ciencia Molecular de la Universidad de Valencia**
4. Centro de coordinación y centros de consorcio/convenios  
Coordinación: **Instituto de Ciencia Molecular de la Universidad de Valencia**  
Consorcio: **Universidad de Alicante, Universidad de la Laguna (Tenerife), Universidad Miguel Hernández (Elche), Universidad de Valencia; Universidad de Valladolid; Universidad de Zaragoza**  
Centros Asociados:  
**CENTROS DEL CSIC:**
  - **Instituto de Ciencia de los Materiales de Barcelona**
  - **Instituto de Ciencia de los Materiales de Aragón**
  - **Instituto de Microelectrónica de Madrid****UNIVERSIDADES:**
  - **Universidad del País Vasco**
  - **Universidad Autónoma de Madrid**
  - **Universidad Jaime I de Castellón**
5. Curso académico de inicio **2006-07**
6. Numero de plazas ofertadas **25**

### 2. Contexto y estructura

1. Orientación y modalidad de la formación  
**Investigadora y Profesional**
2. Campo científico  
**Ciencias experimentales y Enseñanzas técnicas**
3. Estructura  
Número de créditos para la obtención del título **120**  
Especialidades del programa ¿?

### 3. Documentación acreditativa

- Certificación Consejo Social ¿?**
- Certificación del Consejo de Gobierno ¿?**
- Autorización de los departamentos implicados**

## **A. MEMORIA JUSTIFICATIVA**

Por su naturaleza la nanotecnología es un área multidisciplinar y multisectorial. Es por esta razón que la colaboración entre diversos centros, con experiencia en los diferentes aspectos de esta disciplina - físicos/químicos, teóricos/experimentales, básicos/aplicados-, y con el denominador común de estudiar los sistemas moleculares, es imprescindible para implantar un programa de formación como el que se propone. El Master NNM no tiene precedentes a nivel nacional ya que pretende abordar los aspectos que se encuentran en la intersección de la Nanociencia con los sistemas moleculares. La creación de este Master Interuniversitario tiene dos objetivos fundamentales.

a) Establecer un estándar nacional de excelencia para el nivel de Master que permita capacitar al estudiante para la investigación en este área o para que adquiera conocimientos y capacidades útiles para poder desarrollar una actividad profesional en empresas de alta tecnología. Para ello el Máster que se propone integra a dos Institutos Universitarios que trabajan específicamente en Nanociencia : El Instituto de Ciencia Molecular de la Universidad de Valencia y el Instituto de Nanociencia de Aragón, así como dos institutos más con grupos que trabajan en electrónica molecular y materiales moleculares orgánicos: el Instituto Universitario de Materiales de la Universidad de Alicante y el Instituto de Bioingeniería de la Universidad Miguel Hernández. A este núcleo inicial se añaden los departamentos de Física de la Materia Condensada y de Química Física y Química Inorgánica, ambos de la Universidad de Valladolid, y el Departamento de Física Fundamental de la Universidad de La Laguna y, por último, tres institutos de Investigación del CSIC: El Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona, el Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón y el Instituto de Microelectrónica de Madrid, que aportarán profesorado.

b) Promover la movilidad y la interacción entre los estudiantes del Master en el campo de la NNM y el contacto con otras Universidades, centros de investigación y empresas activos en el área.

Perfil:

Los estudios de Master en NNM han de asegurar:

P1- El acceso a estudios adicionales: Un Master en NNM tiene acceso al Doctorado en las áreas de química, física, ciencias de vida, o ciencia de materiales, que pueden proporcionar una buena posibilidad de llegar a ser profesor de universidad o investigador en cualquier institución investigadora.

P2- Status profesional (cuando sea aplicable):

P2.1. Industrias de microelectrónica.

P2.2. Industrias químicas y farmacéuticas relacionadas con la síntesis de moléculas, sensores y biosensores y nuevos materiales avanzados.

P2.3. Laboratorios de análisis de materiales.

P2.4. Aplicaciones biomédicas.

P2.5. Aplicaciones medio-ambientales y energéticas.

## **BLOQUE 1. JUSTIFICACIÓN DOCUMENTADA DE LA DEMANDA DE LOS ESTUDIOS**

Este Master nacional tiene como base la Escuela Nacional de Materiales Moleculares. Esta escuela se ha desarrollado desde el año 1992 con carácter bienal y ha servido para articular y consolidar en España a la comunidad científica de materiales moleculares que, en la actualidad, se ha constituido en grupo especializado de la Real Sociedad Española de Química y tiene activas dos redes temáticas del Ministerio de Educación y Ciencia (red de magnetismo molecular y red de dispositivos moleculares fotovoltaicos, electro-ópticos y electrónicos). Por otra parte, la Escuela ha contribuido de forma decisiva a la formación de varias generaciones de jóvenes científicos. De hecho, cada edición ha contado con la asistencia de forma sostenida de al menos 50 estudiantes de tercer ciclo, y desde la primera edición este número ha ido en aumento. Así por ejemplo en la última edición participaron 65 estudiantes. Este número da una media anual de unos 35 estudiantes. La temática del máster que se propone es más amplia que la de la Escuela por lo que es previsible que para el máster este número sea mayor. La suficiente demanda de estudiantes queda garantizada por 1) la excelencia de los grupos participantes en estas redes, que tienen una fuerte tradición en la formación de estudiantes de doctorado, y 2) la importancia actual del campo: la nanotecnología se ha consolidado como área estratégica de investigación en el ámbito mundial, europeo y nacional, tanto desde el punto de vista de la investigación como del de las aplicaciones tecnológicas.

Por otra parte, la reciente aprobación en el VI Programa Marco de la UE de una red de excelencia europea en Materiales y Magnetismo Molecular ("Molecular Approach to Nanomagnets and Multifunctional Materials" MAGMANET) hace que este Master Nacional que ahora se propone sea sólo el germen de un Master Europeo. De hecho, uno de los objetivos prioritarios de esta red es la implantación de un Master Europeo en Nanociencia Molecular. Por tanto, es muy previsible que la demanda de estudiantes aumente cuando se implante este Master.

## **BLOQUE 2. ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DOCENTE / SISTEMA DE DIFUSIÓN DE LA INFORMACIÓN**

### **2.1 ALUMNADO. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL SISTEMA DE SELECCIÓN Y DE PUBLICIDAD**

Los criterios de admisión serán los mismos en todas las Instituciones del Consorcio

Podrán inscribirse en este Master alumnos que:

1. Estén en posesión del título de Licenciado, Diplomado o título equivalente en alguna de las titulaciones de enseñanzas técnicas o experimentales relacionadas con los objetivos del Máster; entre ellas: Química, Física, Bioquímica, Biotecnología, Farmacia, Medicina, Ingeniería Química, Ingeniería Electrónica, o equivalentes. Podrán ser admitidas otras titulaciones científicas, toda vez que el estudiante adapte su formación básica en un módulo de nivelación, bajo la supervisión de un Tutor. En el caso de alumnos extranjeros éstos deberán estar en posesión de un título oficial homologable a alguna de las titulaciones anteriores, o acreditar un nivel de formación equivalente a los títulos españoles indicados anteriormente.
2. Acrediten un certificado de suficiencia en Inglés reconocido internacionalmente equivalente a TOEFL con calificación mínima de 213/500, o un IELTS con calificación mínima de 6.

La selección de los estudiantes la llevará a cabo el Comité sobre las bases siguientes:

- El CV
- Una carta de motivación

A los estudiantes admitidos se les asignará un tutor de entre los profesores responsables de la enseñanza, quien les orientará en la selección de las materias formativas ofertadas en el Programa. Los criterios de admisión y el procedimiento de selección, junto con los formularios para solicitar la inscripción se podrán descargar de la página web del Master que será editada y mantenida por el Instituto de Ciencia Molecular.

## **2.2 RECURSOS DOCENTES. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL SISTEMA DE SELECCIÓN DEL PROFESORADO Y DE PUBLICIDAD**

### **Recursos docentes**

Dada la rotación entre profesores que está prevista en las normas acordadas en el consorcio, resulta imposible precisar con exactitud el profesorado previsible. No obstante, y para facilitar la evaluación de la calidad científica de los grupos que avalan la propuesta, se adjunta el currículum vitae (Anexo 4) y los datos de I+D+i de dos o tres profesores de cada una de las universidades implicadas (incluido el coordinador) y los profesores externos provenientes del CSIC y de Universidades externas al actual consorcio. Únicamente para el Instituto de Ciencia Molecular, que es el que coordina la presente petición, el listado de profesorado que se adjunta es más extenso. La relación de este profesorado así como sus un resumen de sus méritos se encuentra en las tablas adjuntas.

**Tabla I:** Relación del profesorado.

Nº de Ordre	DNI	Nom	Cognoms	Departament
1	22.637.661-A	Eugenio	Coronado Miralles	Química Inorgánica-ICMol-Universidad Valencia
2	73.533.885-X	Enrique	Ortí Guillén	Química Física-ICMol-Universidad Valencia
3	22.523.801	Enrique Victor	García-España Monsonís	Química Inorgánica-ICMol-Universidad Valencia
4	19.458.366-K	Miguel	Julve Olcina	Química Inorgánica-ICMol-Universidad Valencia
5	27.447.244-X	Carlos J.	Gómez García	Química Inorgánica-ICMol-Universidad Valencia
6	52.727.233-D	Francisco	Romero Martínez	ICMol-Universidad Valencia
7	24.352.643-J	Miguel	Clemente León	ICMol-Universidad Valencia
8	20.157.509-X	José-Ramón	Galán-Mascarós	ICMol-Universidad Valencia
9	73.559.843-R	Emilio	Palomares Gil	ICMol-Universidad Valencia
10	N87592544	Henk	Bolink	ICMol-Universidad Valencia
11	24.112.003	Manuel Ricardo	Ibarra García	Física de la Materia Condensada - I.N.A.- Universidad Zaragoza
12	17.187.639-S	José Luis	Serrano Ostariz	Química Orgánica- I.N.A.-Universidad Zaragoza
13	17.205.465-Q	Blanca	Ros Latienda	Química Orgánica- I.N.A.-Universidad Zaragoza
14	00.418.312-B	Juan José	Palacios Burgos	Física Aplicada - IUMA - Universidad Alicante
15	51.396.407-D	María Angeles	Díaz García	Física Aplicada- IUMA - Universidad Alicante
16	7.495.796-G	Carlos	Untiedt	Física Aplicada- IUMA - Universidad Alicante
17	02.853.475	Fernando	Fernández Lázaro	Farmacología, Pediatría y Química Orgánica-Instituto de Bioingeniería - Universidad Miguel Hernández
18	03.449.426	Ángela	Sastre Santos	Farmacología, Pediatría y Química Orgánica-Instituto de Bioingeniería - Universidad Miguel Hernández
19	13.266.190	José Antonio	De Saja Saez	Física de la Materia Condensada - Universidad Valladolid
20	50.305.983	Mari Luz	Rodríguez Méndez	Química Física y Química Inorgánica - Universidad Valladolid
21	09.333.308	Miguel Angel	Rodríguez Pérez	Física de la Materia Condensada - Universidad Valladolid
22	19.835.747-H	Catalina	Ruiz Pérez	Física Fundamental II - Universidad La Laguna
23	51.695.985	Tomás	Torres Cebada	Química Orgánica - UAM
24	28.989.773	Juan	Bisquert Mascarell	Ciencias Experimentales - Universidad Castellón
25	18.930.670-Z	Rosa María	Llugar Barelles	Ciencias Experimentales - Universidad Castellón
26	09.294.488-G	Angel	Rubio Secades	Física de Materiales - Univ. País Vasco
27	46.104.447-G	Jaume	Veciana Miró	Instituto Ciencia de los Materiales - CSIC - UAB
28	X-2075648-J	David	Amabilino	Instituto Ciencia de los Materiales - CSIC - UAB
29	46.207.573	Concepción	Rovira Angulo	Instituto Ciencia de los Materiales - CSIC - UAB
30	17.809.933-K	Fernando	Palacio Parada	Instituto Ciencia de los Materiales de Aragón- CSIC - Universidad Zaragoza
31	10046687	Ricardo	García García	Instituto de Microelectrónica de Madrid - CSIC

**Tabla II:** Méritos docentes e investigadores del profesorado.

Nº	Projectes		Articles		Llibres		Altres Public .	Tesis		Mobilitat		Part. en Doct. de qualitat	Sexe nnis
	Inv.	Tr. de tec.	Index ats	Altr es	Llibre Comple t	Cap .		Doct .	Máster	Nº	peride		
1	31	3	269	-	2	19	-	11	-	14	64 meses	1	3
2	13	-	129	-	-	5	-	4	-	6	21 meses	-	3
3	19(16)	-	164	-	1	2	-	11	-	6	25 meses	2	3
4	24	-	258	-	-	2	-	5	-	8	30 meses	-	4
5	42	-	166	-	-	19	-	3	-	20	42 meses	1	2
6	15	1	41	-	-	2	-	1	-	3	64,5 meses	-	-
7	4	-	35	-	-	4	-	-	-	6	29 meses	-	-
8	8	-	89	-	-	6	-	1	-	4	47 meses	-	-
9	3	-	45	-	-	1	-	-	-	1	36 meses	-	-

10	14	6	15	-	-	-	6 patente	1	-	4	117 meses	1	-
11	28	1	193	-	-	7	-	4	-	12	7 meses	-	3
12	42	12	230	-	1	5	-	20	-	3	12 meses	2	3
13	12	5	69	-	-	3	-	3	-	1	12 meses	1	2
14	19	-	60	-	-	4	-	-	-	5	50 meses	1	2
15	22	-	43	5	-	-	-	-	-	8	44 meses	1	2
16	4	-	16	-	-	-	-	1	-		40 meses	1	-
17	4	1	32	1	1	3	1 Patente	1	-	3	33 meses	-	2
18	3	-	22	1	-	2	1 Patente	1	-	3	39 meses	-	2
19	31	16	220	-	8	-	2 patentes	21	-	11	32 meses	1	5
20	25	20	60	-	1	2		4		9	7 meses	-	2
21	10	10	55	-	1	1		4	-	11	18 meses	1	1
22	14	2	129	-	-	10	-	3	-	11	74 meses	2	3
23	18	8	190	-	-	10	33 patentes	19	-	5	36 meses	2	5
24	20	-	110	-	2	2	-	1		5	9 meses	-	2
25	22		79					3		3 m	6 años	-	-
26	48	-	152	--	3	11	-	5	-	28	54 meses		2
27	58	18	256	-	3	26	-	13	-	1	15 meses	-	4
28	18	-	76	-	1	12	-	2	-	6	62 meses	-	6
29	44	5	193	-	-	15	-	10	-	5	18 meses	-	4
30	52	-	164	4	3	14	2	11		16	> 6 años	1	5
31	20	-	75	-	-	12	7	4	-	6	44 meses	-	3

## Criterios y procedimiento de selección y asignación de la docencia

### PRIMER AÑO:

- **MODULO DE NIVELACIÓN:**

El profesorado de las materias de nivelación será el que imparta los grupos en la Licenciatura(s) o Master correspondientes en la Universidad de Alicante, seleccionado mediante los procedimientos establecidos en la Universidad de Alicante y será evaluado conforme al procedimiento general de evaluación establecido para todo el profesorado de la Universidad de Alicante.

- **MÓDULO DE CORE DE NIVEL BÁSICO:** Curso Intensivo en español. El profesorado será nombrado por dos años por un Comité formado por todos los coordinadores del programa del Master de cada una de las Universidades participantes y por un representante del CSIC, perteneciente a los Institutos de Investigación del CSIC que participan en el Programa, según la relación



que se incluye en el Anexo 3.

La selección del profesorado se hará atendiendo fundamentalmente a dos criterios:

- Currículum científico
- Adecuación del currículum a la materia que ha de impartir.

El análisis del grado de consecución de los conocimientos, destrezas y habilidades conseguido por los estudiantes, obtenido del análisis conjunto de todos los estudiantes, realizado a partir de los resultados del examen final del Curso Intensivo Básico, se utilizará para la evaluación del profesorado.

SEGUNDO AÑO:

- MÓDULO DE CORE DE NIVEL AVANZADO: Curso Intensivo en inglés.

La selección del profesorado la hará el Comité atendiendo fundamentalmente a dos criterios:

- Currículum científico
- Adecuación del currículum a la materia que ha de impartir.

El análisis del grado de consecución de los conocimientos, destrezas y habilidades conseguido por los estudiantes realizado a partir de los resultados del examen final del Curso Intensivo Avanzado se utilizará para la evaluación del profesorado.

- MÓDULO DE INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN:

La asignación del supervisor de la Tesis de Master en la Universidad de Alicante se hará por la comisión académica de título correspondiente al Master, una vez el estudiante haya elegido el tema de investigación atendiendo a la adecuación de su currículum al tema de investigación.

## **BLOQUE 3. DISEÑO CURRICULAR DEL TÍTULO**

### **3.1 DISEÑO DE OBJETIVOS Y COMPETENCIAS**

#### **Perfil: Objetivos y competencias**

- C1- Conocimientos en las aproximaciones utilizadas para la preparación de nanosistemas moleculares.
- C2- Conocimientos conceptuales de la química supramolecular necesarios para el diseño de nuevos nanomateriales y nanoestructuras.
- C3- Conocimientos básicos en los fundamentos, el uso y las aplicaciones de las técnicas microscópicas y espectroscópicas utilizadas en nanotecnología.
- C4- Visión razonablemente amplia del potencial de estas técnicas, de la información que se puede extraer, de los problemas a los que se pueden aplicar y de sus limitaciones.
- C5- Conocimientos básicos en técnicas de nanolitografía.
- C6- Conocimiento sobre los nanomateriales moleculares: Tipos, preparación, propiedades y aplicaciones.
- C7- Conocimiento sobre las aplicaciones biológicas y médicas de esta área.
- C8- Conocimientos sobre las aplicaciones de los nanomateriales en electrónica molecular.
- C9- Conocimiento del "state of the art" en nanociencia molecular.
- C10- Estar familiarizado con las técnicas de manipulación y procesado de sistemas moleculares.
- C11- Ser capaz de diseñar, organizar y manipular moléculas funcionales y nanomateriales de interés.
- C12- Aprender a desarrollar las diferentes etapas implicadas en una investigación (desde la búsqueda bibliográfica hasta el planteamiento de los objetivos, el diseño del experimento, el análisis de los resultados y la deducción de conclusiones).
- C13- Capacidad de análisis y síntesis.
- C14- Capacidad de comunicarse con expertos de otros campos profesionales.
- C15- Entender y aprender a expresarse en inglés científico.
- C16- Evaluar las relaciones y diferencias entre las propiedades macroscópicas de los materiales y las propiedades de los sistemas unimoleculares y los nanomateriales.
- C17- Conocer las intersecciones entre las diferentes áreas de incidencia en el campo de la nanociencia molecular: Biología/química supramolecular/ciencia de materiales/física del estado sólido/ingeniería de materiales.
- C18- Estar bien adaptado para seguir futuros estudios de doctorado en este campo multidisciplinar.
- C19- Estar bien adaptado para desarrollar un trabajo en empresas tecnológicas relacionadas con la nanociencia molecular.
- C20- Aprender a desarrollar un trabajo de investigación en equipo.
- C21- Conocimientos básicos de Química Física, Química Molecular (orgánica e inorgánica), Química y Física del Estado Sólido y Ciencia de Materiales.

## 3.2 ESPECIFICACIÓN DEL DISEÑO CURRICULAR

### Plan de estudios propuesto

El programa consta de cuatro módulos a impartir en dos años.

#### PRIMER AÑO:

- **MODULO DE NIVELACIÓN (30 créditos):**

Constituido por las materias M13-M20, todas opcionales.

Destinado a hacer que los estudiantes procedentes de las diferentes licenciaturas (ciencias químicas, físicas o biológicas; ingeniería química o electrónica; ciencia y tecnología de materiales; medicina) adquieran los conocimientos básicos necesarios que les permitan acceder a las enseñanzas específicas del Programa. Las asignaturas cursadas por el estudiante serán elegidas de entre las asignaturas optativas mencionadas y ofertadas por la Universidad local. La elección de estas asignaturas se hará bajo la supervisión directa de un tutor que, a tal efecto, será designado por cada una de las Universidades participantes. En la Universidad de Alicante un subconjunto de las asignaturas M13-M20 forma parte ya de Licenciaturas actuales y el conjunto total formará parcial o totalmente parte de otros masters ofertados afines. Dependiendo del curriculum académico del estudiante, parte de los créditos de este módulo podrá serle convalidado.

- **MÓDULO DE CORE DE NIVEL BÁSICO (30 créditos):**

Constituido por las materias M1 a M6 (obligatorias), cuyas fichas resumen se adjuntan en el Anexo 2.

Obligatorio para todos los estudiantes.

Se imparte en forma de un Curso Intensivo Interuniversitario (entre las Universidades españolas participantes) de cuatro semanas de duración, con una distribución docente correspondiente a ocho horas lectivas por día, cinco días a la semana, destinando tres horas del sexto día a puestas en común que permitan una adecuada asimilación de los aspectos fundamentales desarrollados a lo largo de la semana. Los profesores de este Curso Intensivo serían expertos provenientes de las Universidades españolas participantes, expertos provenientes de otras Universidades españolas e investigadores del CSIC. Se prevé que este plantel de Profesores se renueve de un modo rotatorio entre las diferentes Universidades participantes cada dos años.

Este Curso Intensivo estaría seguido de un trabajo tutelado del alumno en su Universidad de origen. Dicho trabajo consistirá en la resolución de cuestiones, problemas y realización de trabajos prácticos.

#### SEGUNDO AÑO:

- **MÓDULO DE CORE DE NIVEL AVANZADO (24 créditos):**

Constituido por las materias M7 a M11 (obligatorias, en inglés), cuyas fichas resumen se adjuntan en el Anexo 2.

Obligatorio para todos los estudiantes.

Se imparte en forma de un Curso Intensivo Avanzado de tres semanas de duración, con períodos lectivos de ocho horas diarias, cinco días a la semana, destinándose la mañana de los sábados a sesiones de puesta en común para el afianzamiento de los conceptos fundamentales adquiridos durante la semana. Los profesores serán expertos provenientes de las diferentes Instituciones que forman el Consorcio y/o de terceros países. En cualquier caso, el plantel de Profesorado será renovado cada dos años.

Este período docente de tres semanas irá seguido de un período de trabajo tutelado que el alumno realizará una vez haya regresado a la Universidad en la que cursa su segundo año. Obviamente, dicho tutor deberá coordinarse con los Profesores del Curso Intensivo para establecer los objetivos a alcanzar. En cualquier caso, uno de los objetivos prioritarios de este trabajo tutelado será hacer que el alumno entre en contacto con las técnicas avanzadas de investigación (químicas, físicas o bioquímicas; teóricas o experimentales) relacionadas con la Nanociencia Molecular.

Este Curso se organizará al inicio del segundo cuatrimestre con la finalidad de que los alumnos ya hayan comenzado el trabajo de iniciación a la investigación y puedan presentar al final del curso una comunicación sobre los resultados más significativos de su trabajo. Cada año la organización correrá a cargo de una Universidad diferente, elegida de entre las que participan en el Master, siguiendo, al efecto, un sistema rotatorio.

La estructura de este módulo consta de una primera parte (2 semanas) en la que se presentan temas avanzados sobre la aproximación molecular a las nanoestructuras y los nanomateriales y a la electrónica y al nanomagnetismo, haciendo especial énfasis en sus aplicaciones químicas, biomédicas, optoelectrónicas y magnéticas. Estos temas avanzados se complementan en la segunda parte con una semana de curso (6 créditos) sobre avances recientes y estado del arte en este área. Esta parte se desarrollará en forma de conferencias y será impartida por científicos relevantes en el área procedentes de centros de investigación y también de las empresas.

La evaluación de los estudiantes se hará a través de un examen diseñado por los Profesores del Curso Intensivo y que se distribuirá a los Tutores de las diferentes Instituciones, junto con los criterios de evaluación a seguir con el fin de garantizar la homogeneidad de proceso. Cada Tutor evaluará a los estudiantes inscritos en su Institución y el Comité Científico velará por que el proceso sea realmente homogéneo analizando los resultados globales obtenidos.

- **MÓDULO DE INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN (36 créditos):**  
Constituido por la materia M12 (obligatoria).  
Obligatorio para todos los estudiantes. Este módulo se extenderá durante todo el segundo año de Máster.  
La iniciación a la investigación de los estudiantes se realizará mediante el trabajo en uno de los temas de investigación que publicitarán los distintos

grupos de investigación participantes en el Master provenientes de las diferentes Instituciones (Universidades y CSIC).

El estudiante hará la elección de su tema de investigación, bajo la supervisión de su tutor, entre los propuestos por los diferentes grupos de investigación de la Instituciones participantes, que se harán públicos al final de cada año académico, a través de la página web (para que el alumno disponga de tiempo suficiente para realizar su elección de tema y director). Una parte significativa de esta actividad (al menos un tercio) se habrá de llevar a cabo en una Institución diferente de la de origen.

**TESIS DE MÁSTER:** Al finalizar el período de dos años que dura el Master, los estudiantes deberán presentar y defender una Tesis de Master en su Institución de origen. Al menos un miembro del tribunal encargado de juzgar la Tesis de Master será de otra institución diferente de la de origen.

La calificación obtenida en dicha defensa, constituirá la nota final oficial que se le otorgará al alumno como nota de Master.

**Objectius**

<b>Objectius</b>	<b>Matèries</b>
<b>P1</b>	<b>Todas las materias</b>
<b>P2.1</b>	<b>M1, M3, M5, M6, M8, M9, M10, M11</b>
<b>P2.2</b>	<b>M2, M4, M6, M7, M11</b>
<b>P2.3</b>	<b>M1, M3, M11</b>
<b>P2.4</b>	<b>M4, M7, M8, M10, M11</b>
<b>P2.5</b>	<b>M7, M8, M11</b>

<b>Competències</b>	<b>Matèries</b>
<b>C1</b>	<b>M2, M4, M5, M6, M7, M8</b>
<b>C2</b>	<b>M4, M7, M8</b>
<b>C3</b>	<b>M1, M3, M9, M10</b>
<b>C4</b>	<b>M3</b>
<b>C5</b>	<b>M5</b>
<b>C6</b>	<b>M6</b>
<b>C7</b>	<b>M7, M8</b>
<b>C8</b>	<b>M8, M9</b>
<b>C9</b>	<b>M11</b>
<b>C10</b>	<b>M6, M7, M8</b>
<b>C11</b>	<b>M4, M5, M6, M7, M8</b>
<b>C12</b>	<b>M12</b>
<b>C13</b>	<b>Todas las materias</b>
<b>C14</b>	<b>M11, M12</b>
<b>C15</b>	<b>M7, M8, M9, M10, M11</b>
<b>C16</b>	<b>M2, M6, M8, M9, M10, M11</b>
<b>C17</b>	<b>M1, M2, M4, M6, M7, M8, M9, M10, M11</b>
<b>C18</b>	<b>M11, M12</b>
<b>C19</b>	<b>M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10</b>
<b>C20</b>	<b>M12</b>
<b>C21</b>	<b>M13 a M20</b>

<b>Matèria</b>	<b>Descriptors</b>
M1. Fundamentos de nanofísica	Fundamentos de mecánica cuántica y termodinámica estadística. Introducción a la óptica molecular: Espectroscopia e imagen en la nanoescala; fabricación de nanomateriales fotónicos; caracterización y control de nano- bio-sistemas. Introducción a la simulación y a la computación de nanosistemas. Introducción a fenómenos de la nanoescala en películas delgadas e interfaces.
M2. Fundamentos de nanoquímica	Nanomateriales vs. materiales macroscópicos. Métodos de preparación de nanomateriales : aproximaciones descendente (top-down) y ascendente (bottom-up). Métodos de preparación de películas delgadas y multicapas moleculares: depósito químico en fase vapor (CVD), depósito físico en fase vapor (PVD), depósito en fase líquida: spin coating, layer-by-layer, Langmuir-Blodgett, etc. Nanomateriales y nanoestructuras: Nanopartículas, nanocomposites, capas delgadas y multicapas, nanohilos, nanotubos y fullerenos, dendrímeros. Autoensamblado y autoorganización molecular: Nanoestructuras supramoleculares.
M3. Técnicas de caracterización en nanociencia	Técnicas de microscopia y espectroscopia para caracterizar nanoestructuras: Resolución y tipo de información obtenida; aplicaciones a sistemas moleculares. Microscopias ópticas: Microscopia confocal; Microscopia NSOM (near scanning optical spectroscopy). Microscopias electrónicas: Microscopias de SEM (scanning electron microscopy) y TEM (tunneling electron microscopy). Microscopias de proximidad. Microscopia STM (scanning tunneling microscopy): Estudio de superficies y manipulación de átomos y moléculas. Microscopia de fuerza atómica (AFM): Principios básicos; modos de medida; medida de las propiedades elásticas locales; aplicación de la AFM a la nanobiología : imágenes de biomoléculas, membranas y tejidos; otras microscopias de proximidad: microscopio de fuerza lateral, microscopio de fuerza magnética, microscopio de fuerza electrostática. Técnicas espectroscópicas : Espectroscopias de fotones; espectroscopia de rayos X; espectroscopia electrónica. Técnicas de caracterización y análisis de superficies: Difracción electrónica de alta energía (RHEED) y de baja energía (LEED); espectroscopias electrónicas de superficies: espectroscopia electrónica de rayos X (XPS) y Auger (AES); espectrometrías de masas para superficies..
M4. Métodos de preparación I: Química supramolecular y aproximación ascendente.	Conceptos básicos de química supramolecular: Naturaleza de las interacciones no-covalentes; Reconocimiento de iones, moléculas y biomoléculas; Autoensamblado y auto-asociación molecular: ejemplos biológicos; aspectos termodinámicos y cinéticos; autoensamblado mediante enlaces de coordinación, enlaces de hidrógeno y otras interacciones no covalentes. Topología molecular: catenanos, rotaxanos, nudos. Dispositivos moleculares : diadas, interruptores moleculares, puertas lógicas, sensores. Amplificación de señal y efecto antena. Síntesis de

	nanopartículas. Tensoactivos: monocapas, micelas, vesículas, cápsulas.
M5. Métodos de preparación II: Aproximación descendente para la nanofabricación	Litografía óptica y litografía mediante haces de electrones: Fundamento y límites; tipos de resinas utilizadas; diseño de motivos y medida de las dimensiones. Nanofabricación mediante haces de iones. Nanolitografía por nanoimpresión y por microcontacto: Fundamento, tipos de moldes y tipos de impresiones. Métodos basados en las microscopías de proximidad: Método de oxidación local y otras nanolitografías basadas en AFM; nanomanipulación de moléculas; nanofabricación y nanomanipulación basada en STM y SNOM.
M6. Nanomateriales moleculares	Materiales magnéticos moleculares : Diseño, síntesis, caracterización y aplicaciones de i) nanopartículas magnéticas obtenidas mediante una aproximación molecular; ii) nanoimanes moleculares (moléculas-imán y cadenas-imán); iii) multicapas magnéticas moleculares; iv) moléculas magnéticas bistables. Materiales con propiedades ópticas: Cristales líquidos, materiales para la óptica no lineal, limitadores ópticos, etc.; tipos de organizaciones supramoleculares y aplicaciones. Materiales con propiedades eléctricas: Conductores y superconductores moleculares: estructuras electrónicas, organización sobre superficies e interfases, propiedades y aplicaciones (sensores químicos, transistores de efecto campo (FETs), etc.). Nanotubos de carbono: Estructuras, propiedades, métodos de obtención y de organización y aplicaciones.
M7. Uso de la química supramolecular para la preparación de nanoestructuras y nanomateriales.	Autoensamblado jerárquico y autoorganización: nanoestructuras funcionales y materiales supramoleculares con propiedades físicas o químicas de interés; diseño de arquitecturas biomoleculares; diseño de moléculas funcionales y nanomateriales con un alto nivel de comunicación con los sistemas biológicos y aplicaciones biomédicas de los mismos. Organización de estructuras supramoleculares en superficies: Monocapas autoensambladas (SAMs). Uso de arquitecturas autoensambladas como plantilla para el crecimiento de nanoestructuras orgánicas o inorgánicas. Autoensamblado de nanopartículas. Quiralidad en superficies y su relevancia en catálisis heterogénea. Polímeros supramoleculares y polímeros tipo bloque.
M8. Introducción a la electrónica molecular	Introducción y conceptos básicos de la electrónica basada en materiales moleculares y de la electrónica unimolecular. Transferencia y transporte de cargas en materiales moleculares y en nanoestructuras. Dispositivos electrónicos supramoleculares: circuitos, diodos, transistores, etc. Dispositivos electrónicos unimoleculares. Máquinas moleculares. Materiales moleculares para dispositivos optoelectrónicos: Células fotovoltaicas, OLEDs, etc; estructura y tipos dispositivos; fundamentos físicos de su funcionamiento; materiales constituyentes; comparación con los dispositivos inorgánicos. Detectores, sensores y actuadores de interés químico y biológico basados en moléculas; sensores químicos basados en nanoestructuras de óxidos metálicos. Técnicas de procesamiento de materiales y de preparación de los dispositivos moleculares
M9. Electrónica unimolecular	Estudios experimentales y teóricos del transporte de cargas a través de moléculas y cables moleculares. Propiedades ópticas y espectroscopia electrónica de sistemas unimoleculares. Estudios experimentales de los mecanismos de disipación de energía y del movimiento de moléculas sobre superficies y papel de los grados internos de libertad.
M10. Nanomagnetismo molecular	Investigación de nanoestructuras magnéticas y de interfases magnéticas a través del microscopio de fuerza magnética (MFM) y del microscopio de fuerza de resonancia magnética (MRFM). Estudio de dominios magnéticos mediante la microscopía STM de spin polarizado. Detección experimental del momento magnético en sistemas unimoleculares. Spintrónica molecular.
M11. Temas actuales de nanociencia y nanotecnología molecular	Presentación del estado del arte en este área mediante conferencias impartidas por especialistas en la materia.
M12. Tesis de Master	Desarrollo de un trabajo de iniciación a la investigación en esta área.
M13. Ciencia de los materiales	Materiales metálicos, electrónicos, magnéticos, ópticos y polímeros. Materiales cerámicos. Materiales compuestos.
M14. Aspectos fundamentales en química cuántica	Introducción al estudio de la estructura electrónica de átomos y moléculas y a los métodos de cálculo. Aplicaciones.
M15. Química del estado sólido	Enlace, estructura y reactividad de sólidos inorgánicos. Síntesis en estado sólido.
M16. Física del estado sólido	Redes de Bravais. Vibraciones de la red cristalina. Teorema de Bloch. Estados electrónicos: metales, aislantes y semiconductores, propiedades de transporte. Fenómenos cooperativos; ferroelectricidad, magnetismo y superconductores. Sólidos reales: defectos puntuales, dislocaciones. Propiedades mecánicas.
M17. Física estadística	Colectividades, estadísticas clásicas y cuánticas. Aplicaciones al gas ideal, gas de fotones, gas de electrones.
M18. Técnicas de caracterización	Dispersión de rayos X, neutrones y electrones y microscopías.
M19 Materiales magnéticos y superconductores	Comportamiento magnético y superconductor y su descripción teórica, microscópica y fenomenológica.
M20. Semiconductores: fundamentos y dispositivos	Estadística de electrones y huecos. Teoría general de las propiedades de transporte. Dispersión. Portadores fuera de equilibrio. Efectos fotoelectrónicos. Dispositivos electrónicos básicos. Células solares. Dispositivos optoelectrónicos.

## Pla d'Ordenació Docent

Matèria	Crédits	Nº Grups	Grandària de Grup	Recursos Docents Propis	Recursos Docents Externs
1. Fundamentos de nanofísica	4.5	1[1]	60	1.0	3.5
2. Fundamentos de nanoquímica	4.5	1[1]	60	1.0	3.5
3. Técnicas de caracterización en nanociencia	6.0	1[1]	60	2.0	4.0
4. Métodos de preparación I: química supramolecular y aproximación bottom-up	4.5	1[1]	60	1.0	3.5
5. Métodos de preparación II: Aproximación top-down para la nanofabricación	4.5	1[1]	60	1.0	3.5
6. Nanomateriales moleculares	6.0	1[1]	60	2.0	4.0
7. Uso de la química supramolecular para la preparación de nanoestructuras y nanomateriales	4.5	1[2]	60	1.0	3.5
8. Introducción a la electrónica molecular	6.0	1[2]	60	2	4.0
9. Electrónica unimolecular	3.0	1[2]	60	2	1.0
10. Nanomagnetismo molecular	4.5	1[2]	60	1.5	3.0
11. Temas actuales de nanociencia y nanotecnología molecular	6.0	1[2]	60	0	6.0
12. Tesis de Master	36.0	1	8[4]	15[6]	0
13. Ciencia de los materiales	6.0	1[3]	0-15[5]	0[7]	0[7]
14. Aspectos fundamentales en química cuántica	6.0	1[3]	0-15[5]	0[7]	0[7]
15. Química del estado sólido	6.0	1[3]	0-15[5]	0[7]	0[7]
16. Física del estado sólido	6.0	1[3]	0-15[5]	0[7]	0[7]
17. Física estadística	6.0	1[3]	0-15[5]	0[7]	0[7]
18. Técnicas de caracterización	6.0	1[3]	0-15[5]	0[7]	0[7]
19. Materiales magnéticos y superconductores	3.0	1[3]	0-15[5]	0[7]	0[7]
20. Semiconductores: Fundamentos y dispositivos	3.0	1[3]	0-15[5]	0[7]	0[7]

[1]Curso Intensivo Básico

[2]Curso Intensivo Avanzado

[3]Módulo de nivelación: Los estudiantes se integrarán en los grupos normales de la licenciatura o master local.

[4]Se ha estimado un número promedio de estudiantes (40 estudiantes/(6 Universidades + CSIC))

[5]Módulo de nivelación: Se ha estimado el número mínimo-número promedio máximo de estudiantes (ver [3]).

[6]Se ha estimado que la dirección de una tesis de máster requiere recursos docentes equivalentes a un 5% del número de créditos que se le asignara.

[7]Módulo de nivelación: Como los estudiantes se incorporan a grupos de docencia que ya se imparten o que se comparten, no requieren recursos adicionales.

### Guías Docentes de las materias

En el Anexo 2 de esta memoria se incluye una ficha que describe los objetivos, contenidos, sistema de evaluación y bibliografía para cada una de las asignaturas que se impartirán en este master.





## Diseño y difusión de los programas de movilidad

### 3.3 COHERENCIA DEL DISEÑO CURRICULAR (Queda por hacer)

#### Planificación general del título (Esto es para el master de cc computacional)

	Objetivos/ competencias	Metodología/ Plan de aprendizaje	Recursos	Criterios y proceso de evaluación
Saber	Herramientas básicas de informática y sus aplicaciones en ciencia	Clases teóricas y en mayor medida prácticas	Aulas de la facultad de ciencia y los departamentos implicados	Exámenes, trabajos y exposiciones frente al resto de los estudiantes y el profesorado
Saber hacer	Utilizar los medios Informáticos actuales para el desarrollo de modelos en ciencia así como la aplicación de métodos computacionales a problemas relacionados con la ciencia	Utilización del ordenador para la resolución de problemas y realización de prácticas de laboratorio en su caso	Aulas, laboratorios de investigación de los departamentos implicados, ordenadores portátiles que puedan utilizar los estudiantes durante el curso	Evaluación del trabajo de investigación y trabajo práctico realizado a través de una memoria.
Ser/estar	Introducir al estudiante al trabajo de investigación y al trabajo en grupo	Involucrar a los estudiantes en los trabajos de investigación de los departamentos y/o desempeñar trabajos en empresas colaboradoras	Laboratorios y sistemas de Computación de los grupos de investigación involucrados. Colaboraciones con empresas para la realización de prácticas	Evaluación global del estudiante

### 3.4 PLAN DE DIFUSIÓN DEL DISEÑO CURRICULAR

Toda la información sobre este master, incluyendo las guías docentes, procesos de evaluación, de admisión de los alumnos, etc. serán publicados en la página web del ICMol, coordinador y responsable de este master.

### **3.5 PROCESO DE EVALUACIÓN Y REVISIÓN DEL TÍTULO**

#### **Control de la calidad docente**

El sistema utilizado para asegurar la mejora continua de la calidad se fundamenta en los procedimientos creados por las Universidades participantes. En este procedimiento, el Comité creado para el Master actuará como comisión de seguimiento.

En todo caso, en todas las Universidades se utilizarán, al menos, los siguientes criterios para garantizar la calidad del Master:

#### Criterios

1. La carga de trabajo de cada estudiante en cada uno de los cursos corresponde a la carga de trabajo real.
2. Los estudiantes han alcanzado el nivel esperado tanto en conocimiento como en habilidades prácticas.
3. El contenido de los cursos corresponde a lo proyectado
4. Los estudiantes graduados en el Master lo consideran satisfactorio y útil. Su trabajo, dos años después de finalizado el Master se corresponde razonablemente bien con los contenidos del mismo.

#### Evaluación

Internamente la evaluación se hará mediante encuestas anuales que se pasarán a:

- Estudiantes: puntos 1, 2 y 3
- Profesores: puntos 1, 2 y 3
- Tutores: Puntos 1, 2 y 3
- Estudiantes que hayan finalizado el Master al menos dos años antes: punto 4.

Puesto que uno de los objetivos fundamentales del Master es introducir a los estudiantes en el nivel del Doctorado, proporcionándoles una formación orientada a la investigación, otros criterios de evaluación serán:

- Proporción de estudiantes que alcanzan el grado de Doctor tres años después de haber concluido el Master
- Número de publicaciones (ISI) relacionadas con la Tesis de Master publicadas dos años después de cada edición del Master.

#### Mecanismos

Cada año, el coordinador de cada una de las Universidades del Consorcio deberá:

- Recoger las respuestas a las encuestas de estudiantes, antiguos estudiantes, profesores y tutores.
- Recoger los datos relativos a Tesis de Master defendidas y publicaciones a que han dado lugar.
- Las calificaciones finales de todos los estudiantes
- Las acciones de mejora propuestas para el próximo curso

Un Comité Externo formado por tres científicos de reconocido prestigio

- Evaluará esta información y recomendará las acciones a tomar para mejorar la calidad del Master
- Verificará la implementación de las medidas de mejora sugeridas en años anteriores
- Decidirá las acciones a tomar para el curso siguiente para la mejora del Master

Finalmente, el Master será evaluado periódicamente por la correspondiente Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad.

## **BLOQUE 4. PLAN DE VIABILIDAD ECONOMICA Y RECURSOS**

### **Planificación y previsión de recursos, servicios e infraestructuras**

Los estudios se llevarán a cabo en el Departamento de Física Aplicada situado en la segunda planta de la Fase II de la Facultad de Ciencias en el campus de San Vicente del Raspeig de la Universidad de Alicante. Dicho departamento cuenta en la actualidad con tres laboratorios para docencia en las licenciaturas de Química, Ingeniería Química y Biología. Se puede plantear de forma inmediata la posibilidad de habilitar un aula donde se desarrollarán las clases teóricas. Aproximadamente el aula tendrá capacidad para 40 estudiantes.

Las bibliotecas a utilizar por los alumnos serán la Biblioteca General de la Universidad de Alicante, así como la Biblioteca de Ciencias y las de los distintos departamentos implicados cuando sea necesario.

### **Plan de viabilidad económica**

En todo caso, dada la estructura del Máster, en el que están previstos 2 cursos intensivos, el Consorcio de Universidades que le da soporte acudirá a todas las convocatorias públicas de Ayudas de movilidad, tanto para estudiantes como para profesores, que promuevan tanto el Ministerio de Educación y Ciencia como las administraciones locales. Por otra parte, se prevé también obtener ayudas de las empresas con las que las instituciones participantes tienen establecidos convenios (ATERSA, Bioreply y Covion en el caso del Instituto de Ciencia Molecular (ICMol))

Para cubrir los gastos de movilidad de profesores extranjeros se recurrirá también a financiación de la UE (con financiación procedente de la red de excelencia MAGMANET, por ejemplo).

