



Guía Docente:

QUÍMICA ORGÁNICA



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
CURSO 2012-2013



I.- IDENTIFICACIÓN

| | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| NOMBRE DE LA ASIGNATURA: | Química Orgánica |
| CARÁCTER: | Obligatoria |
| MATERIA: | Química y Bioquímica |
| MÓDULO: | Tecnología Química |
| TITULACIÓN: | Grado en Ingeniería Química |
| SEMESTRE/CUATRIMESTRE: | Anual (segundo curso) |
| DEPARTAMENTO/S: | Química Orgánica I |

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

| | |
|-------------------------------|---|
| Coordinadora de la asignatura | Profesora: M ^a JOSÉ ORTIZ GARCÍA Departamento: Química Orgánica I Despacho: QB-330 e-mail: mjortiz@quim.ucm.es |
| Coordinadora de prácticas | Profesora: PALOMA MARTÍNEZ RUIZ Departamento: Química Orgánica I Despacho: QB-401 e-mail: palmarti@quim.ucm.es |

Grupo A

| | |
|--------------------------------|---|
| Teoría Seminario Tutoría | Profesora: M ^a JOSÉ ORTIZ GARCÍA Departamento: Química Orgánica I Despacho: QA-330 e-mail: mjortiz@quim.ucm.es |
|--------------------------------|---|

Grupo B

| | |
|--------------------------------|--|
| Teoría Seminario Tutoría | Profesora: M ^a JOSÉ MANCHEÑO REAL Departamento: Química Orgánica I Despacho: QB-417 e-mail: mjmreal@quim.ucm.es |
|--------------------------------|--|

II.- OBJETIVOS

■ OBJETIVO GENERAL

Proporcionar una formación básica en el conocimiento de la estructura, reactividad y síntesis de los principales tipos de compuestos orgánicos. El alumno debe comprender los fundamentos de la reactividad de los grupos funcionales presentes en los compuestos orgánicos más importantes y relacionar la estructura con la reactividad, para lo cual se discutirán los tipos principales de reacciones orgánicas y su relevancia en el mundo industrial.



■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer los conceptos básicos de química orgánica: nomenclatura de los compuestos orgánicos, estructura de los grupos funcionales más importantes, efectos electrónicos, teoría de la resonancia, tipos de reacciones e intermedios de reacción.
- Distinguir los distintos tipos de isomería que presentan las moléculas orgánicas: constitución, configuración y conformación, y saber representar su disposición en el espacio.
- Comprender la relación entre la estructura del grupo funcional y su reactividad característica.
- Aplicar los conceptos básicos de química orgánica para comprender la reactividad de los grupos funcionales e interpretar el curso de las reacciones orgánicas más relevantes.

III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Conocimientos fundamentales de química y estructura de la materia.

■ RECOMENDACIONES:

Haber aprobado la asignatura *Química* del módulo básico.

IV.- CONTENIDOS

■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

Contenidos teóricos

Compuestos orgánicos: estructura, clasificación y nomenclatura. Las reacciones orgánicas: tipos y mecanismo. Hidrocarburos saturados e insaturados. Compuestos de interés petroquímico. Polímeros de adición: plásticos y cauchos. Sistemas cíclicos alicíclicos y aromáticos. Compuestos con enlaces sencillos carbono-heteroátomo: derivados halogenados, alcoholes y éteres, aminas. Propiedades e interés industrial. Compuestos con grupos funcionales con enlaces múltiples carbono-heteroátomo: aldehídos y cetonas, ácidos y derivados de ácido. Propiedades y aplicaciones industriales. Polímeros de condensación de interés tecnológico. Compuestos heterocíclicos y sustancias naturales de interés.

(En cada familia de compuestos se prestará atención a sus propiedades, obtención e interés práctico e industrial).

Contenidos prácticos

Aislamiento y purificación de compuestos orgánicos. Reacciones orgánicas y caracterización de compuestos orgánicos. Introducción a la síntesis de compuestos orgánicos con interés industrial.

**PROGRAMA:****TEÓRICO:****Tema 1: Introducción a la Química Orgánica**

Concepto de Química Orgánica. Características de los compuestos orgánicos. Fuentes de los compuestos orgánicos. Técnicas de aislamiento y purificación. La industria Química Orgánica.

Tema 2: Estructura electrónica de las moléculas orgánicas

El enlace covalente en Química Orgánica. Estructura electrónica del metano, etano, etileno y acetileno. Polaridad de los enlaces. Efectos electrónicos: efecto inductivo y efecto conjugativo. Resonancia. Fuerzas intermoleculares en Química Orgánica.

Tema 3: Clasificación y nomenclatura

Concepto de radical, grupo funcional y serie homóloga. Hidrocarburos: clasificación y nomenclatura. Isomería constitucional. Nomenclatura y formulación de las principales series homólogas.

Tema 4: Las reacciones orgánicas

Las reacciones orgánicas. Principales tipos de reacciones orgánicas. Mecanismos de reacción. Procesos homolíticos y heterolíticos. Principales intermedios de reacción. Reacciones electrófilas y nucleófilas. Perfil energético de las reacciones. Estructura y estabilidad relativa de los radicales libres, carbocationes y carbaniones.

Tema 5: Alcanos y cicloalcanos

Isómeros conformacionales. Análisis conformacional. Cicloalcanos: estabilidad y tensión anular. Isomería cis-trans. Reactividad química de los alcanos. Reacciones de sustitución por mecanismo radical: halogenación. Oxidación, pirólisis e isomerización de alcanos. Principales fuentes de alcanos. Petróleo e industria petroquímica.

Tema 6: Estereoquímica

Actividad óptica. Causas de la actividad óptica: quiralidad. Enantiomería. Átomo de carbono asimétrico. Centro estereogénico. Representación en el plano. Configuración absoluta. Especificación de la configuración. Racémico. Moléculas con dos centros quirales: diastereoisómeros, formas meso. Epímeros. Importancia biológica y tecnológica de la estereoisomería.

[Hidrocarburos insaturados](#)**Tema 7: Alquenos, dienos y alquinos.**

Alquenos y cicloalquenos. Estructura. Estereoisomería. Reactividad química del doble enlace. Hidrogenación: estabilidad relativa de los alquenos. Reacciones de adición electrófila. Adición de haluros de hidrógeno. Efecto peróxido. Adición de ácido sulfúrico y agua. Adición de halógenos. Formación de halohidrinas. Reacción de hidrobromación-oxidación. Oxidación de dobles enlaces: hidroxilación y ozonólisis. Reacciones de ciclopropanación. Polimerización. Reacciones de sustitución alílica. Adiciones electrófilas a ciclopropanos. *Dienos.* Estructura y reactividad de los dienos conjugados. Adición 1,2- y 1,4. La reacción de Diels-Alder. Concepto de reacción pericíclica. Polimerización. *Alquinos.* Estructura del triple enlace. Reactividad. Acidez



de alquinos terminales: acetiluros. Reacciones de adición electrófila. Adición de agua: concepto de tautomería. Hidrogenación. Preparación, química y aplicaciones del acetileno.

Tema 8: Arenos

Hidrocarburos aromáticos: clasificación. Estructura del benceno. Concepto de aromaticidad. Reactividad del benceno. Reacciones de sustitución electrófila en el benceno: mecanismo. Reacciones de nitración, sulfonación, halogenación y de Friedel-Crafts. Reacciones de sustitución electrófila en bencenos sustituidos: influencia de los sustituyentes sobre la orientación y reactividad. Reacciones de adición: halogenación e hidrogenación. Reacciones en las cadenas laterales. Hidrocarburos aromáticos condensados: generalidades. Fuentes naturales y producción industrial de arenos. Aplicaciones industriales.

[Compuestos con enlaces sencillos carbono-heteroátomo](#)

Tema 9: Derivados halogenados

Clasificación. Halogenuros de alquilo. Reacciones de sustitución nucleófila: mecanismos y estereoquímica. Reacciones de eliminación: mecanismos, estereoquímica y orientación. Competencia eliminación-sustitución. Halogenuros de alilo y bencilo. Halogenuros de vinilo y arilo. Compuestos organometálicos. Concepto. Tipos y nomenclatura. Estructura y reactividad general. Compuestos organomagnésicos y organolíticos.

Tema 10: Alcoholes y fenoles

Compuestos hidroxílicos: clasificación. Acidez de alcoholes y fenoles: influencia de los sustituyentes. Formación de ésteres. Deshidratación de alcoholes: transposiciones. Formación de éteres. Transformación de alcoholes en haluros de alquilo. Oxidación de alcoholes y fenoles. Hidrogenación y reacciones de sustitución electrófila en fenoles. Métodos de preparación de alcoholes y fenoles: procesos industriales y de laboratorio. Aspectos industriales de alcoholes y fenoles.

Tema 11: Éteres, epóxidos y compuestos de azufre

Clasificación. Reacciones de los éteres. Apertura de epóxidos. Métodos de obtención de éteres y epóxidos. Éteres y epóxidos de importancia industrial. Compuestos orgánicos de azufre: tioles y tioéteres. Ácidos sulfónicos, sulfamidas y otros compuestos de azufre.

Tema 12: Aminas. Otros compuestos nitrogenados

Aminas. Clasificación. Estructura de las aminas. Propiedades ácido-base de las aminas. Reacciones de N-alquilación y N-acilación. Reacciones de sustitución electrófila en las aminas aromáticas. *Sales de arenodiazonio*. Estructura y reacciones de sustitución del grupo diazonio. Reacciones sin pérdida de nitrógeno: copulación. La industria de los colorantes. Aminas de interés industrial.

[Compuestos con enlaces múltiples carbono-heteroátomo](#)

Tema 13: Aldehídos y cetonas (I)

Clasificación. Estructura del grupo carbonilo. Reactividad general de los compuestos carbonílicos. Reacciones de adición nucleófila. Reacciones con nucleófilos



carbonados: síntesis de alcoholes, cianhidrinas y alquenos. Reacciones con nucleófilos oxigenados: síntesis de acetales. Reacciones de condensación con nucleófilos nitrogenados: preparación de iminas, enaminas, oximas, etc.

Tema 14: Aldehídos y cetonas (II)

Compuestos carbonílicos enolizables. Acidez. Tautomería cetoenólica. Reacciones de condensación aldólica. Reducción y oxidación de compuestos carbonílicos. Aldehídos y cetonas de importancia industrial. *Compuestos carbonílicos α,β -insaturados.* Estructura y reactividad general. Adiciones electrófilas. Adiciones nucleófilas Adición de Michael. Quinonas: estructura y aplicaciones.

Tema 15: Ácidos carboxílicos y derivados

Ácidos carboxílicos. Estructura del grupo carboxilo. Acidez. Sustitución nucleófila sobre el grupo acilo: transformación en derivados de ácido. *Derivados de ácido.* Tipos principales. Reactividad relativa. Reacciones de hidrólisis. Reacciones de interconversión. Reacciones de reducción. Otras reacciones específicas. Polimerización por condensación: poliésteres, poliamidas y poliuretanos.

PRÁCTICO:

1. Técnicas cromatográficas: cromatografía en columna y en capa fina.
2. Destilación sencilla, fraccionada y a vacío.
3. Aislamiento y purificación de compuestos orgánicos. Recristalización y puntos de fusión. Técnicas espectroscópicas.
4. Productos de interés farmacológico e industrial.
5. Transformaciones de grupos funcionales.

V.- COMPETENCIAS

■ GENERALES:

- **CG1-TQ1:** Utilizar conceptos para el aprendizaje autónomo de nuevos métodos y teorías.
- **CG5-TQ1:** Analizar, diseñar, simular y optimizar procesos y productos.

■ ESPECÍFICAS:

- **CE24-QB5:** Describir los principales tipos de compuestos orgánicos y sus grupos funcionales.
- **CE24-QB6:** Describir la estructura y estereoquímica de las moléculas orgánicas.
- **CE24-QB7:** Describir la reactividad fundamental de las principales familias de compuestos orgánicos.
- **CE24-QB8:** Conocer los principales procedimientos de obtención y fabricación industrial de sustancias orgánicas.
- **CE24-QB9:** Demostrar la capacidad de utilizar y manipular reactivos químicos y compuestos orgánicos con eficacia y seguridad.



- **CE24-QB10:** Manejar las fuentes de información científica en Química Orgánica.
- **CE24-QB11:** Relacionar la Química Orgánica con la ciencia, la tecnología y sus aplicaciones industriales e impacto en la sociedad.
- **CE25:** Interpretar datos procedentes de observaciones y medidas en el laboratorio en términos de su significación y de las teorías que las sustentan

■ TRANSVERSALES:

- **CT1-TQ1:** Desarrollar capacidad de análisis y síntesis.
- **CT2-TQ1:** Resolver problemas en el área de la Química Orgánica.
- **CT4-TQ1:** Comunicarse en español utilizando los medios audiovisuales habituales.
- **CT5-TQ1:** Consultar, utilizar y analizar fuentes bibliográficas en el área de Química Orgánica, tanto en español como en inglés.
- **CT8-TQ1:** Demostrar capacidad para el razonamiento crítico y autocrítico.
- **CT11-TQ1:** Aprender de forma autónoma.
- **CT12-TQ1:** Desarrollar sensibilidad hacia la repercusión social y medioambiental de las soluciones ingenieriles.

VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

| Actividad | Presencial (horas) | Trabajo autónomo (horas) | Créditos |
|------------------------------------|--------------------|--------------------------|----------|
| Clases teóricas | 46 | 74 | 4,8 |
| Seminarios | 14 | 21 | 1,4 |
| Tutorías/Trabajos dirigidos | 4 | 6 | 0,4 |
| Laboratorios | 24 | 18 | 1,7 |
| Preparación de trabajos y exámenes | 7 | 11 | 0,7 |
| Total | 95 | 130 | 9 |

VII.- METODOLOGÍA

La práctica docente seguirá una metodología mixta basada en el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje colaborativo y el autoaprendizaje. Esta metodología se desarrollará a través de clases de teoría, seminarios, prácticas de laboratorio y tutorías programadas, todas ellas de carácter presencial.

Clases teóricas presenciales (3 horas/quincena durante todo el curso): serán expositivas y en ellas se desarrollarán de forma oral los epígrafes que se indican en el programa de la



asignatura. Se hará uso de la pizarra y de presentaciones PowerPoint. El material necesario para la preparación previa y el seguimiento de las clases estará a disposición de los alumnos en el Campus Virtual.

Clases de seminario presenciales (1 hora/quincena durante todo el curso): se resolverán y discutirán las cuestiones y ejercicios más representativos de una colección que se proporcionará a los estudiantes con antelación suficiente (Campus Virtual). La resolución de los restantes ejercicios propuestos formará parte del trabajo personal del alumno. Para estas clases los estudiantes se dividirán en dos subgrupos con el mismo horario.

Tutorías presenciales/Actividades dirigidas: se programarán cuatro sesiones presenciales de tutorías (dos por cada cuatrimestre) con grupos reducidos de estudiantes. En estas sesiones de tutoría el profesor revisará y corregirá, si es el caso, las soluciones propuestas por los alumnos para los ejercicios no resueltos en las clases de seminario y resolverá las dudas y dificultades que se hayan presentado en el estudio de la materia.

Prácticas de laboratorio presenciales: se desarrollarán prácticas de laboratorio con contenidos directamente relacionados con los teóricos. Tras un seminario introductorio (1 hora), las sesiones experimentales de laboratorio se realizarán durante cuatro semanas consecutivas a razón de dos sesiones semanales (2,5 horas/sesión) distribuyendo a los estudiantes en pequeños grupos, cada uno de ellos bajo la supervisión directa de un profesor. En la quinta semana se realizará un seminario (3 horas) dedicado a la caracterización espectroscópica de compuestos orgánicos. Los alumnos dispondrán de un guión de prácticas (Campus Virtual) que contendrá toda la información necesaria para la planificación previa y realización posterior de los experimentos seleccionados, así como para la elaboración del diario de laboratorio, que será entregado al profesor al finalizar estas sesiones prácticas.

VIII.- BIBLIOGRAFÍA

■ BÁSICA:

- Vollhardt, K. P.C.; Schore, N. E.: “*Química Orgánica*”, 5ª ed., Ediciones Omega, 2008. ISBN: 978-84-282-1431-5
- Rodríguez Yunta, M. J.; Gómez Contreras, F.: “*Curso Experimental en Química Orgánica*”, Editorial Síntesis, 2008. ISBN: 978-84-9756-55-9-2.

■ COMPLEMENTARIA:

- I.U.P.A.C., “*Nomenclatura de la Química Orgánica*”, Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Real Sociedad Española de Química, 1987.
- Quíñoá, E.; Riguera, R.: “*Nomenclatura y representación de los compuestos orgánicos*”, Ed. McGraw-Hill, 1996. ISBN: 8448143639.
- Quíñoá, E.; Riguera, R.: “*Cuestiones y ejercicios de los compuestos orgánicos. Una guía de autoevaluación*”, 2ª ed., Ed. McGraw-Hill, 2005. ISBN: 844814015X.
- Carey, F.: “*Organic Chemistry*”, 6ª ed., Ed. McGraw-Hill, 2006. ISBN: 0-07-282837-4.



IX.- EVALUACIÓN

Para la evaluación final es obligatoria la participación en las diferentes actividades propuestas. Es obligatorio asistir a todas las tutorías dirigidas así como a todas las sesiones de laboratorio. Para poder realizar un examen final escrito será necesario que el estudiante haya participado al menos en el 70% de las actividades presenciales.

El rendimiento académico del estudiante y la calificación final de la asignatura se computarán, de forma ponderada, atendiendo a los porcentajes que se muestran en cada uno de los aspectos recogidos a continuación. Será necesario superar globalmente las actividades relacionadas con las prácticas de laboratorio para acceder a la calificación final de la asignatura y que constituyen en su conjunto el 20% de la calificación global. Todas las calificaciones estarán basadas en la puntuación absoluta sobre 10 puntos, y de acuerdo con la escala establecida en el RD 1125/2003. Este criterio se mantendrá en todas las convocatorias.

■ EXÁMENES ESCRITOS: 60%

Los conocimientos teóricos adquiridos se evaluarán mediante la realización de dos **exámenes parciales**, uno al final de cada semestre, y un **examen final**. Los exámenes constarán de cuestiones y ejercicios que recojan los principales aspectos de los contenidos desarrollados durante el curso. Los alumnos que superen los dos exámenes parciales **no** estarán obligados a presentarse al examen final, a menos que deseen mejorar su calificación. Aquellos alumnos que realicen el examen final tendrán que obtener una nota mínima de 4, en dicho examen, para acceder a la calificación global del curso. En la convocatoria de septiembre se realizará un único examen final semejante al realizado en la convocatoria de junio.

Competencias evaluadas: CG5-TQ1, CE24-QB5, CE24-QB6, CE24-QB7, CE24-QB8, CE24-QB10, CE24-QB11, CT1-TQ1, CT2-TQ1, CT8-TQ1.

■ TRABAJO PERSONAL: 10%

Se evaluará la calidad del trabajo personal realizado en las sesiones de tutorías dirigidas, mediante la valoración de las respuestas a las cuestiones y ejercicios planteados, la capacidad de síntesis y presentación oral de las mismas.

Competencias evaluadas: CG1-TQ1, CG5-TQ1, CE24-QB5, CE24-QB6, CE24-QB7, CE24-QB8, CE24-QB10, CE24-QB11, CT1-TQ1, CT2-TQ1, CT4-TQ1, CT5-TQ1, CT8-TQ1, CT11-TQ1, CT12-TQ1.

■ ACTIVIDADES DIRIGIDAS (TRABAJOS):

■ ASISTENCIA Y PARTICIPACIÓN ACTIVA EN LAS CLASES: 10%

Evaluación de la participación en las sesiones de seminario y el grado de conocimientos, preparación e iniciativa así demostrada.

Competencias evaluadas: CG1-TQ1, CG5-TQ1, CE24-QB5, CE24-QB6, CE24-QB7, CE24-QB8, CE24-QB10, CE24-QB11, CT1-TQ1, CT2-TQ1, CT4-TQ1, CT5-TQ1, CT8-TQ1, CT11-TQ1, CT12-TQ1.

**■ PRÁCTICAS DE LABORATORIO:****20%**

En las Prácticas de Laboratorio se requiere la asistencia completa a todas las sesiones programadas, que se evaluarán directa y continuamente por la supervisión del profesor, junto con un examen teórico-práctico complementario y la realización del cuaderno de laboratorio. Se realizará asimismo un test de seguridad. En caso de no superar alguno de estos supuestos, deberá hacerse en la convocatoria extraordinaria de septiembre. (20%)

Competencias evaluadas: CG1-TQ1, CG5-TQ1, CE24-QB7, CE24-QB8, CE24-QB9, CE24-QB10, CE24-QB11, CE25, CT1-TQ1, CT2-TQ1, CT4-TQ1, CT5-TQ1, CT8-TQ1, CT11-TQ1, CT12-TQ1.


PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

| TEMA | ACTIVIDAD | HORAS | GRUPOS | INICIO | FIN |
|---|--------------------------|-------|--------|-------------------------|------------|
| 1. Temas 1- 4 | Clases Teoría | 6 | 1 | 1ª Semana | 4ª Semana |
| | Clases Problemas | 2 | 1 | | |
| 2. Temas 5- 6 | Clases Teoría | 5 | 1 | 5ª Semana | 8ª Semana |
| | Clases Problemas | 2 | 1 | | |
| | Tutoría programada | 1 | 4 | 7ª Semana | |
| 3. Temas 7- 8 | Clases Teoría | 9 | 1 | 8ª Semana | 14ª Semana |
| | Clases Problemas | 3 | 1 | | |
| | Tutoría programada | 1 | 4 | 14ª Semana | |
| 4. Temas 9-12 | Clases Teoría | 13 | 1 | 14ª Semana | 22ª Semana |
| | Clases Problemas | 3 | 1 | | |
| | Tutoría programada | 1 | 4 | 21ª Semana | |
| | Examen parcial | 1 | 1 | Semana exámenes febrero | |
| 5. Temas 13-15 | Clases Teoría | 13 | 1 | 22ª Semana | 30ª Semana |
| | Clases Problemas | 4 | 1 | | |
| | Tutoría programada | 1 | 4 | 30ª Semana | |
| | Examen parcial | 1 | 1 | Semana exámenes junio | |
| LABORATORIO | | | | | |
| 1. Introducción | Seminario | 1 | 1 | 24ª Semana | |
| 2. Técnicas cromatográficas | Prácticas de laboratorio | 2,5 | 4 | 25ª Semana | 25ª Semana |
| 3. Destilación | Prácticas de laboratorio | 2,5 | 4 | 25ª Semana | 25ª Semana |
| 4. Aislamiento y purificación de compuestos orgánicos | Prácticas de laboratorio | 5 | 4 | 26ª Semana | 26ª Semana |
| 5. Productos de interés farmacológico e industrial | Prácticas de laboratorio | 5 | 4 | 27ª Semana | 27ª Semana |
| 6. Transformaciones de grupos funcionales | Prácticas de laboratorio | 5 | 4 | 28ª Semana | 28ª Semana |
| 7. Caracterización espectroscópica | Seminario | 3 | 2 | 29ª Semana | |

* La planificación de las tutorías depende de la planificación global de todas las asignaturas del curso.



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

| Actividad docente | Competencias asociadas | Actividad Profesor | Actividad alumno | Procedimiento de evaluación | P | NP | Total | C |
|-------------------------|---|--|---|---|----|----|-------|-----|
| Clases de teoría | CG1.TQ1, CE24-QB5, CE24-QB6, CE24-QB7, CE24-QB8, CE24-QB10, CE24-QB11, CT1-TQ1, CT4-TQ1, CT5-TQ1, CT8-TQ1, CT11-TQ1, CT12-TQ1 | Preparación del material. Exposición de conceptos teóricos. | Preparación previa. Toma de apuntes. | Calificación de las respuestas realizadas por escrito a preguntas relacionadas con los conceptos teóricos explicados. | 46 | 74 | 120 | 10% |
| Seminarios | CG1.TQ1, CE24-QB5, CE24-QB6, CE24-QB7, CE24-QB8, CE24-QB10, CT1-TQ1, CT2-TQ1, CT4-TQ1, CT5-TQ1, CT8-TQ1, CT11-TQ1, CT12-TQ1 | Propuesta previa de ejercicios. Aplicación de la teoría a la resolución de ejercicios y problemas. | Preparación previa. Corrección de errores cometidos. Realización de ejercicios. Formulación de preguntas y dudas. | Calificación de las respuestas (planteamiento y resultado) realizadas por escrito para la resolución de ejercicios prácticos y problemas. | 14 | 21 | 35 | |
| Tutorías | Todas las competencias | Ayudar al alumno a dirigir su estudio con explicaciones y recomendaciones bibliográficas. | Consulta al profesor sobre las dificultades conceptuales y metodológicas que encuentra al estudiar la materia. | Valoración del trabajo realizado. | 4 | 6 | 10 | 10% |
| Laboratorios | Todas las competencias | Explicación y supervisión del trabajo experimental y resultados | Preparación previa. Realización de experimentos. Elaboración de resultados. | Valoración del trabajo experimental realizado, diario de laboratorio y examen de laboratorio. | 24 | 18 | 42 | 20% |
| Exámenes | Todas las competencias | Propuesta, vigilancia y corrección del examen. Calificación del alumno. | Preparación y realización. | Valoración del examen. | 7 | 11 | 18 | 60% |

P : Presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación