



# Guía Docente:

## OPERACIONES BÁSICAS DE LABORATORIO

---



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**  
**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**CURSO 2015-2016**



## I.- IDENTIFICACIÓN

<b>NOMBRE DE LA ASIGNATURA:</b>	<b>Operaciones Básicas de Laboratorio</b>
<b>NÚMERO DE CRÉDITOS:</b>	<b>6</b>
<b>CARÁCTER:</b>	<b>Obligatoria</b>
<b>MATERIA:</b>	<b>Química</b>
<b>MÓDULO:</b>	<b>Materias Básicas</b>
<b>TITULACIÓN:</b>	<b>Grado en Química</b>
<b>SEMESTRE/CUATRIMESTRE:</b>	<b>Primer semestre (primer curso)</b>
<b>DEPARTAMENTO/S:</b>	<b>Química Analítica Química Física Química Inorgánica Química Orgánica</b>

### PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Coordinador	
<b>Profesora:</b>	SILVIA ORTEGA GUTIÉRREZ
<b>Departamento:</b>	Química Orgánica
<b>Despacho:</b>	QB-348A
<b>e-mail:</b>	<a href="mailto:siortega@quim.ucm.es">siortega@quim.ucm.es</a>

## II.- OBJETIVOS

### ■ OBJETIVO GENERAL

Se trata de una asignatura de introducción al trabajo de laboratorio y al conocimiento de las operaciones básicas que se utilizan, o pueden utilizarse, dentro de un laboratorio de química, y cuyo objetivo principal es que los alumnos aprendan a:

- Conocer e identificar el material básico de laboratorio, así como su correcta utilización.
- Conocer las normas de seguridad básicas para poder realizar con seguridad un trabajo experimental dentro de un laboratorio.
- Manipular y presentar datos experimentales de manera correcta.
- Preparar disoluciones y calcular su concentración.
- Aislar e identificar compuestos químicos usando diferentes técnicas experimentales.
- Medir propiedades fisicoquímicas básicas de las sustancias.
- Realizar valoraciones y calcular las concentraciones correspondientes.

Para ello, los alumnos deben familiarizarse con el manejo y la utilización de los aparatos más habituales dentro de un laboratorio de química como, por ejemplo, instrumentos para pesar, medir volúmenes, preparar disoluciones, medir pH, etc., y conocer los aspectos teóricos básicos relacionados con estos conceptos.

Al finalizar la asignatura, el alumno debe ser capaz de preparar disoluciones con soltura, de aislar o purificar mediante extracción, destilación, recristalización o



cromatografía compuestos químicos, de identificar y cuantificar, tanto cualitativa como cuantitativamente ciertos cationes o compuestos químicos que prepare o aísle. Por otro lado, debe saber medir algunas de las magnitudes fisicoquímicas básicas, así como reconocer la calidad de las medidas realizadas.

La adquisición de estas habilidades, tanto manuales como intelectuales, es imprescindible para el trabajo de laboratorio de cursos superiores. Además, los alumnos deben aprender a redactar un informe que contenga los resultados obtenidos en el laboratorio, incluyendo la manipulación, tratamiento y presentación adecuados de los mismos.

Por otra parte, durante todo el laboratorio, el alumno debe adquirir unos hábitos de trabajo correctos y los conocimientos básicos de las normas de trabajo y de seguridad en el laboratorio.

### ■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aprender a utilizar correcta y adecuadamente granatarios y balanzas analíticas; material volumétrico como, por ejemplo, vasos, matraces erlenmeyer, matraces aforados, probetas, pipetas o buretas; aparatos de medida de pH o de potenciales eléctricos; medida de puntos de fusión, sistemas simples de destilación, de extracción, de vacío, o de revelado e iluminación de placas de cromatografía.
- Preparar disoluciones, calculando su concentración en las unidades adecuadas, así como el error de las mismas.
- Determinar cualitativamente la solubilidad de algunas sustancias químicas, y el mejor procedimiento para su aislamiento y purificación.
- Aislar e identificar algunos cationes como, por ejemplo,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ , etc.
- Determinar cuantitativamente cationes reductores (por ejemplo  $\text{Fe}^{2+}$ ) por volumetría redox, o concentraciones de ácidos o bases por volumetría ácido-base.
- Saber montar y entender el funcionamiento de los diferentes sistemas de destilación, así como llevar a cabo una extracción, una recristalización o una sublimación.
- Entender el funcionamiento de las diferentes técnicas de cromatografía, así como realizar una purificación mediante esta técnica.
- Determinar los órdenes parciales y el coeficiente cinético de una reacción química de oxidación-reducción.
- Saber medir volúmenes de gases, determinar estequiometrías de compuestos químicos y entender las relaciones estequiométricas de las reacciones químicas.

## III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

### ■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Nomenclatura y formulación química (tanto inorgánica como orgánica). Ajuste de reacciones químicas sencillas. Unidades habituales de medida de magnitudes químicas o físicas.



## ■ RECOMENDACIONES:

Es conveniente, pero no es imprescindible, que el alumno haya realizado con anterioridad prácticas de laboratorio en la materia de química.

## IV.- CONTENIDOS

### ■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

Material de laboratorio. Seguridad. Técnicas básicas de laboratorio: preparación de disoluciones, filtración, separación, identificación y purificación. Reactividad y estequiometría: separación, identificación y composición cualitativa y cuantitativa de compuestos químicos. Determinación de magnitudes fisicoquímicas.

Se realizarán un conjunto de prácticas que cubren una gran variedad de las diferentes operaciones básicas del trabajo de laboratorio. Al mismo tiempo se explicarán los procedimientos más sencillos del tratamiento de datos fisicoquímicos, así como de las normas de seguridad elementales que deben cumplirse en un laboratorio de química.

### ■ PROGRAMA:

#### *Relación de sesiones prácticas:*

1. Conocimiento del material de laboratorio. Normas de seguridad. Eliminación y tratamiento de residuos.
2. Tratamiento matemático de datos fisicoquímicos.
3. Preparación de disoluciones.
4. Solubilidad y precipitación. Técnicas de filtración.
5. Equilibrios ácido-base.
6. Equilibrios redox.
7. Valoraciones ácido-base.
8. Valoraciones redox.
9. Extracción sencilla y múltiple.
10. Destilación sencilla, fraccionada y a vacío.
11. Cromatografía en capa fina y en columna.
12. Cristalización y purificación.
13. Cálculos estequiométricos: determinación de masas molares.
14. Cinética química: reloj de yodo.
15. Separación e identificación de especies.

## V.- COMPETENCIAS

### ■ GENERALES:

- **CG1:** Reconocer y valorar los procesos químicos en la vida diaria.
- **CG2:** Reconocer la importancia de la Química en diversos contextos y relacionarla con otras áreas de conocimiento.
- **CG6:** Analizar y resolver problemas cualitativos y cuantitativos.



- **CG10:** Manipular con seguridad materiales químicos y reconocer y valorar los riesgos en el uso de sustancias químicas y procedimientos de laboratorio.
- **CG11:** Manejar instrumentación estándar para análisis, síntesis, investigaciones estructurales y separaciones.
- **CG12:** Interpretar datos procedentes de observaciones y medidas en el laboratorio en términos de su significación y de las teorías que las sustentan.
- **CG13:** Desarrollar buenas prácticas científicas de medida y experimentación.

### ■ ESPECÍFICAS:

- **CE1-Q1:** Aplicar el lenguaje químico a la designación y formulación de compuestos químicos.
- **CE2-Q1:** Ajustar las reacciones químicas y realizar cálculos estequiométricos.
- **CE2-Q3:** Aplicar conceptos básicos de Química, incluyendo los cálculos necesarios y expresar los resultados adecuadamente.
- **CE3-Q1:** Utilizar los conceptos de equilibrio químico con especial énfasis en los equilibrios en disolución.
- **CE3-Q2:** Aplicar los conocimientos teórico-prácticos a la medida de magnitudes fisicoquímicas.

### ■ TRANSVERSALES:

- **CT1:** Elaborar y escribir informes de carácter científico y técnico.
- **CT2:** Trabajar en equipo.
- **CT3:** Demostrar razonamiento crítico y autocrítico.
- **CT6:** Valorar la importancia de la Química en el contexto industrial, económico, medioambiental y social.
- **CT9:** Utilizar las herramientas y los programas informáticos que facilitan el tratamiento de los resultados experimentales.
- **CT10:** Integrar creativamente conocimientos y aplicarlos a la resolución de problemas químicos.
- **CT12:** Desarrollar la sensibilidad sobre temas energéticos y medioambientales.

## VI.- RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al acabar la asignatura el estudiante debería ser capaz de:

- Identificar y utilizar el material de laboratorio.
- Conocer las normas de seguridad de un laboratorio.
- Conocer el proceso de eliminación y tratamiento de residuos en un laboratorio.
- Realizar un cuaderno de laboratorio.
- Preparar informes.
- Realizar un tratamiento matemático de los datos obtenidos en el laboratorio.
- Realizar cálculos estequiométricos y ajustar las reacciones químicas.
- Preparar disoluciones.



- Separar diferentes especies químicas mediante filtración, extracción, destilación, cromatografía y cristalización.
- Conocer los equilibrios ácido-base y redox.
- Realizar valoraciones ácido-base y redox.
- Realizar estudios de cinética química.

## VII. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
<b>Clases teóricas</b>			
<b>Seminarios</b>	12	15,5	1,1
<b>Tutorías/Trabajos dirigidos</b>			
<b>Laboratorios</b>	60	45	4,2
<b>Preparación de trabajos y exámenes</b>	6	11,5	0,7
<b>Total</b>	<b>78</b>	<b>72</b>	<b>6</b>

## VIII.- METODOLOGÍA

La práctica docente seguirá una metodología mixta basada en el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje en colaboración y el autoaprendizaje. Esta metodología se desarrollará a través de sesiones prácticas de laboratorio (4,2 créditos) y de seminarios (1,1 créditos). La asistencia a las sesiones de laboratorio y a los seminarios es absolutamente obligatoria.

Cada alumno realizará dos sesiones de prácticas semanales, en una franja horaria diferente a la de su horario de clases. También realizará tres sesiones (90 minutos/sesión) de seminario: la primera se llevará a cabo antes de empezar las sesiones de laboratorio, y dos más durante el periodo de las prácticas. En estos seminarios, realizados con todos los alumnos del grupo de prácticas, se explicarán los contenidos más relevantes relacionados con las prácticas, bien a través de clases magistrales, o bien mediante videos.

Cada alumno realizará en total 15 sesiones de prácticas, distribuidas durante 8 semanas del cuatrimestre. De estas 15 sesiones de prácticas, las 6 primeras se realizarán de forma simultánea por todos los alumnos del grupo, mientras que las 9 sesiones de prácticas restantes se harán de forma rotativa, y los alumnos deberán recorrer el laboratorio pasando por todas las prácticas hasta completar las 9 sesiones de laboratorio.

Al finalizar cada sesión de prácticas cada profesor realizará un breve seminario (30 minutos/sesión de prácticas), pero esta vez sólo con los alumnos de su subgrupo de prácticas. En este seminario el profesor discutirá los resultados y los procedimientos con sus alumnos, y comprobará la evolución y aprendizaje de cada alumno.



Los créditos del trabajo del laboratorio (4,2 créditos) incluyen el trabajo personal de la preparación de un informe de cada práctica que el alumno deberá entregar en la fecha oportuna.

Al finalizar cada bloque de prácticas se realizará un control de seguimiento de los alumnos que consistirá en la realización de una práctica y en la respuesta de una serie de preguntas teórico-prácticas (0,7 créditos).

### IX.- BIBLIOGRAFÍA

#### ■ BÁSICA:

- Guiones de prácticas de laboratorio, Edición 2015.
- Chang, R.; Goldsby, K. “*Chemistry*”, 12th Ed., McGraw-Hill, 2015.
- Petrucci, R.H.; Harwood, W.S.; Herring, G. “*Química General*”, 10ª Ed., Pearson Alhambra, 2011.

#### ■ COMPLEMENTARIA:

- Si fuese necesario, además de estos textos podrá indicarse a los alumnos la bibliografía específica para cada sesión de laboratorio.

### X.- EVALUACIÓN

Para la evaluación final es obligatoria la asistencia y la participación en las diferentes sesiones de prácticas y seminarios. Para poder acceder a la evaluación final será necesario haber superado el test de seguridad en el plazo indicado para ello y que el alumno haya participado al menos en el 70% de las actividades presenciales, siendo, en cualquier caso, obligatorio la asistencia a todas las sesiones de prácticas. La falta de asistencia a una sesión de prácticas será calificada con un cero en dicha práctica. No se permitirán cambios de grupo debido a la incompatibilidad con las actividades de otras asignaturas. Así mismo, no se podrán recuperar las sesiones de laboratorio perdidas, independientemente de las causas por las que se produzca la ausencia. En casos muy excepcionales, y mediante la oportuna justificación, podría considerarse la falta justificada a no más de una sesión de laboratorio.

El rendimiento académico del alumno 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. Todas las calificaciones estarán basadas en la puntuación absoluta sobre 10 puntos, y de acuerdo con la escala establecida en el RD 1125/2003. Es necesario alcanzar 5 puntos entre todas las actividades para aprobar la asignatura. Este criterio se mantendrá en todas las convocatorias.

#### ■ SESIONES DE LABORATORIO:

**25%**

Supondrán un 25% de la calificación. Para que un alumno pueda aprobar la asignatura en la convocatoria ordinaria de febrero no podrá tener más de 4 prácticas suspensas. Cada profesor emitirá una nota de cada práctica que debe reflejar el trabajo de laboratorio, tanto a nivel de operaciones realizadas en el transcurso de la sesión como de los resultados obtenidos en la misma. Así mismo, se deberá tener en cuenta en la



calificación la comprensión por parte del alumno de los aspectos teórico-prácticos de la práctica realizada.

Para aquellos alumnos que no hayan superado el número mínimo de prácticas, se realizará un examen en la convocatoria de septiembre cuyo contenido se describe más adelante.

Se evaluarán las competencias: CG6, CG10, CG11, CG12, CG13. CE1-Q1, CE2-Q1, CE2-Q3, CE3-Q1, CT2, CT3.

■ **TRABAJO PERSONAL:** **25%**

Consistirá en la preparación de un informe de prácticas y tendrá un porcentaje del 25% de la calificación final. El alumno deberá confeccionar dicho informe al finalizar la sesión de laboratorio y el seminario posterior a la sesión de trabajo, utilizando su cuaderno de laboratorio y la información adicional necesaria para presentar y discutir los resultados obtenidos durante las sesiones de prácticas. La fecha y hora de presentación de los informes se fijará al empezar las prácticas. La presentación del informe de prácticas fuera del plazo establecido supondrá que se descontarán dos puntos por cada 24 horas de retraso, o fracción. Si el retraso en la presentación del informe es superior a 4 días, se considerará que la práctica está suspensa y se contabilizará como un cero en la evaluación.

Se evaluarán las competencias: CG6, CG12, CE1-Q1, CE2-Q1, CE2-Q3, CE3-Q1, CT1, CT3.

■ **ACTIVIDADES DIRIGIDAS (SEMINARIOS):** **10%**

Así mismo, en los seminarios que se desarrollarán al finalizar las sesiones de laboratorio, el profesor evaluará hasta con un 10 % de la calificación final la capacidad del alumno para la comprensión, desarrollo de los conceptos o de las ideas explicadas en las sesiones prácticas. Para este fin, el profesor podrá formular preguntas o encargar la resolución de pequeños ejercicios relacionados con los contenidos de las prácticas y que reflejen los conocimientos adquiridos. Para este fin, el alumno deberá realizar en el plazo indicado un control evaluable que constará de preguntas relacionadas con los contenidos de los seminarios y que reflejen los conocimientos adquiridos.

Se evaluarán las competencias: CG1, CG2., CG6, CG12, CG13, CE1-Q1, CE2-Q1, CE2-Q3, CE3-Q1, CE3-Q2, CT2.

■ **CONTROLES TEORICO-PRACTICOS:** **40%**

Al finalizar las primeras 6 sesiones de laboratorio, los alumnos deberán hacer un control teórico-práctico evaluable, de 90 minutos de duración. Durante los primeros 30 minutos deberán responder una serie de cuestiones teórico-prácticas relacionadas con las prácticas realizadas. Durante los siguientes 60 minutos se les requerirá la realización de alguna experiencia de laboratorio de entre las realizadas, elegida mediante sorteo.

Este control, en el que será necesario obtener una puntuación mínima de 4 para que la asignatura pueda ser superada en la convocatoria ordinaria de febrero, tendrá un valor máximo del 15% de la calificación final.

Así mismo, al finalizar las 9 sesiones de prácticas rotativas, los alumnos realizarán un segundo control teórico-práctico evaluable de tres horas de duración relativo a los



contenidos de **todas** las prácticas realizadas y que constará también de dos partes. En la primera de ellas el alumno deberá contestar un conjunto de cuestiones teórico-prácticas relacionadas con todos los aspectos del trabajo realizado en el laboratorio. Durante la segunda parte, de 120 minutos de duración, el alumno realizará una (o una fracción) de las prácticas rotativas, elegida mediante sorteo. Este control, en el que será necesario obtener una puntuación mínima de 4 para que la asignatura pueda ser superada en la convocatoria ordinaria de febrero, supondrá un valor máximo del 25% de la calificación final.

### ■ CONVOCATORIA DE SEPTIEMBRE:

Como se ha mencionado anteriormente, para aquellos alumnos que hayan suspendido más de 4 prácticas, no hayan obtenido un mínimo de 4 puntos en ambos controles, o cuya calificación una vez realizada las ponderaciones indicadas en los apartados anteriores no alcance la nota mínima de 5 puntos, se realizará un examen en la convocatoria de septiembre. Este examen constará de dos partes: la primera consistirá en la realización de una práctica (o una fracción), elegida mediante sorteo de entre todas las realizadas durante el periodo lectivo, en un tiempo máximo de 150 minutos. Finalizada esta sesión, deberán contestar a un conjunto de preguntas relacionadas con los aspectos teórico-prácticos de la asignatura en un tiempo máximo de 90 minutos. Los porcentajes para la calificación de este examen serán de 60% para la parte experimental y de 40% para la parte escrita. En ambas pruebas se deberá alcanzar una nota mínima de 4 puntos.

Para aprobar la asignatura en la convocatoria de septiembre será imprescindible haber superado el test de seguridad durante el curso académico actual. Los alumnos que en la convocatoria de febrero no hubieran superado el test de seguridad pero hubieran alcanzado una calificación mínima global de 5 puntos en el resto de la asignatura deberán superar, exclusivamente, el test de seguridad en el plazo previsto para ello.

Las calificaciones de las actividades previstas para la evaluación de la asignatura se comunicarán a los estudiantes con la antelación suficiente antes de la realización del examen final, para que puedan planificar adecuadamente el estudio de ésta u otras asignaturas.

En todo caso, se respetará el plazo mínimo de siete días entre la publicación de las calificaciones y la fecha del examen final de la asignatura.

Se evaluarán las competencias: CG6, CG10, CG11, CG13, CE1-Q1, CE2-Q1, CE3-Q1, CE2-Q3, CE3-Q2, CT1, CT3, CT10.



PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

TURNOS Y CALENDARIO DE SEMINARIOS, PRÁCTICAS Y EXÁMENES PROVISIONAL

Grupo	BD	AC	DF	CE
Horario	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
Nº alumnos/turno	60	60	60	60
Fechas Seminario	13/10, 10/11, 12/11	13/10, 10/11, 12/11	15/10, 11/11, 13/11	15/10, 11/11, 13/11
Calendario	19,20,26,27/10 3, 4, 11,17,18,23,24,30/11 1,14,15/12 11,12,18,19/1	19,20,26,27/10 3, 4, 11,17,18,23,24,30/11 1,14,15/12 11,12,18,19/1	22,23,29,30/10 5,6,12,19, 20,26,27/11 3,4,10,17/12 14,15,21,22/1	22,23,29,30/10 5,6,12,19, 20,26,27/11 3,4,10,17/12 14,15,21,22/1

- El **horario** de los **turnos de mañana** es de **9:00 a 13:30 h**, y el de los **turnos de tarde** de **14:30 a 19 h (AC)** y de **15:00 a 19:30 h (CE)**.
- Todos los grupos de prácticas tendrán aproximadamente 60 alumnos. Los grupos de clase de mañana, (grupos de teoría A, C, E) tendrán las prácticas por la tarde, (grupos de prácticas AC y CE). Los grupos de clase de tarde, (grupos de teoría B, D y F), se corresponden con los grupos de prácticas de mañana (grupos de prácticas BD y DF).
- La composición de los grupos de prácticas será: **Grupo AC:** Grupo de teoría A más medio grupo C; **Grupo CE:** Grupo de teoría E más medio grupo C; **Grupo BD:** Grupo de teoría B más medio grupo D; **Grupo DF:** Grupo de teoría F más medio grupo D.
- La relación de alumnos de cada turno, se establece por orden alfabético a partir de la lista oficial de alumnos matriculados en cada grupo de teoría. Dicha relación será publicada en el momento en que se disponga de los correspondientes listados oficiales de alumnos matriculados.
- Las prácticas se realizarán, principalmente, los lunes y martes para los grupos AC y BD y los jueves y viernes para los grupos CE y DF. Las semanas que tengan días festivos, ese día se recuperará el miércoles de esa semana. Si no se pudiese en esa fecha, se realizará el miércoles de la semana anterior o posterior.
- Los días marcados en rojo corresponden a examen.



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES (en horas)

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
<b>Seminarios</b>	CG1, CG2., CG6, CG12, CG13, CE1-Q1, CE2-Q1, CE2-Q3, CE3-Q1, CE3-Q2, CT2.	Explicación de aspectos relevantes para el desarrollo de las prácticas. Preparación para la discusión de datos y resultados.	Asistencia y participación activa en los mismos. Toma de apuntes. Formulación de preguntas y dudas.	Calificación de las respuestas (planteamiento y resultado) realizadas por escrito para la resolución de ejercicios prácticos y problemas numéricos.	12	15,5	27,5	10%
<b>Laboratorios</b>	CG6, CG10, CG11, CG12, CG13. CE1-Q1, CE2-Q1, CE2-Q3, CE3-Q1, CT2, CT3.	Supervisión y aconsejar el procedimiento adecuado para la realización de las prácticas. Explicación de los aspectos teóricos más relevantes de cada sesión.	Asistencia y realización de las tareas encargadas por el profesor. Obtención e interpretación de los resultados medidos o calculados.	Valoración del trabajo experimental y de los procedimientos empleados en el mismo.	60	45	105	25%
<b>Trabajo personal</b>	CG6, CG12, CE1-Q1, CE2-Q1, CE2-Q3, CE3-Q1, CT1, CT3.	Ayudar al alumno a resolver problema que pudiesen plantearse en la confección del cuaderno de laboratorio o del informe de prácticas.	Confección del cuaderno de laboratorio o del informe de prácticas solicitado por parte del profesor de cada una de las prácticas.	Revisión de los informes presentados o del cuaderno de laboratorio.		11,5	11,5	25%
<b>Controles</b>	CG6, CG10, CG11, CG13, CE1-Q1, CE2-Q1, CE2-Q3, CE3-Q1, CE3-Q2, CT1, CT3, CT10.	Propuesta, vigilancia y corrección de los controles. Calificación del alumno.	Preparación y realización de los controles.	Evaluación de los trabajos prácticos y escritos.	6		6	40%

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