

18-19

MÁSTER UNIVERSITARIO EN CIENCIA Y  
TECNOLOGÍA QUÍMICA

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## DISEÑO Y SÍNTESIS DE MATERIALES "A MEDIDA" MEDIANTE EL MÉTODO SOL-GEL

CÓDIGO 21151126

UNED

**18-19**

**DISEÑO Y SÍNTESIS DE MATERIALES "A  
MEDIDA" MEDIANTE EL MÉTODO SOL-GEL  
CÓDIGO 21151126**

# **ÍNDICE**

**PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN**  
**REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA**  
**EQUIPO DOCENTE**  
**HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE**  
**COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE**  
**RESULTADOS DE APRENDIZAJE**  
**CONTENIDOS**  
**METODOLOGÍA**  
**SISTEMA DE EVALUACIÓN**  
**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**  
**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**  
**RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA**

Nombre de la asignatura	DISEÑO Y SÍNTESIS DE MATERIALES "A MEDIDA" MEDIANTE EL MÉTODO SOL-GEL
Código	21151126
Curso académico	2018/2019
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	6
Horas	150.0
Periodo	SEMESTRE 1
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

### IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA

**NOMBRE** Diseño y síntesis de materiales "a medida" mediante el método sol-gel

**CÓDIGO:** 151126

**TITULACIÓN:** Master en Ciencia y Tecnología Química

**CENTRO:** Facultad de Ciencias

**TIPO:** Optativa      **Nº total de créditos:** 6 ECTS      **PERIODO:** Primer semestre

**IDIOMA:** La asignatura se imparte en español, pero gran parte de la bibliografía a consultar se encuentra en inglés.

**COORDINADORA:** María Luisa Rojas Cervantes (mrojas@ccia.uned.es)

Tfno: 91-3987352      **Ubicación:** Despacho 102, Facultad de Ciencias

**PROFESORADO:**

Eloísa Ortega Cantero (eortega@ccia.uned.es)

Tfno: 91-3987348      **Ubicación:** Despacho 317, Facultad de Ciencias

Eva Castillejos López (castillejoseva@ccia.uned.es)

Tfno: 91-398 6874      **Ubicación:** Despacho 339, Facultad de Ciencias

**El proceso sol-gel** es un método de síntesis en el cual, partiendo de precursores moleculares como alcóxidos metálicos o sales inorgánicas, se obtiene un esqueleto del óxido mediante reacciones de hidrólisis y polimerización a baja temperatura, lo cual permite la síntesis de fases metaestables del óxido e incluso de sólidos mixtos organoinorgánicos. Las especiales características de los soles y geles permiten la síntesis de fibras, láminas, cadenas, geles y polímeros tridimensionales. Una característica particular del proceso sol-gel es la posibilidad que ofrece de controlar el proceso de síntesis desde el precursor molecular al producto, lo cual supone la posibilidad de sintetizar nuevos materiales organoinorgánicos. La asignatura se encuentra organizada en seis temas, donde se contemplan los diferentes aspectos relacionados con la metodología sol-gel. En el **tema 1** se realiza una introducción al proceso, explicando las diferentes reacciones que se encuentran implicadas en el mismo, describiendo también las rutas no-hidrolíticas, que, aunque en menor medida que las hidrolíticas, también se emplean en esta metodología. Los **temas 2 y 3** tratan de los procesos que ocurren posteriormente a la formación del gel, y que implican tratamientos con el tiempo y con la temperatura, para conducir al secado y calcinación de los geles, que conducen al producto final buscado. Un apartado especial merece el estudio de los diferentes factores y parámetros que están implicados en toda la metodología sol-gel y que

influyen en las características físicoquímicas de los materiales intermedios y finales sintetizados. De ahí que se dedique un tema en exclusiva a dicho estudio (**tema 4**). En el **tema 5** se hace una presentación de los diferentes y variados tipos de materiales que pueden ser preparados mediante esta metodología, dedicando especial atención a los geles porosos y su aplicación como catalizadores y soportes catalíticos. Por último, el **tema 6** se dedica al estudio de las técnicas que están implicadas tanto en el estudio de las transiciones que ocurren en los productos intermedios, como en la caracterización de los productos finales.

Se trata de una asignatura optativa, al igual que el resto de las asignaturas que se ofertan en el master, y que puede ser cursada con independencia del resto de asignaturas que se hayan elegido. Sin embargo, es recomendable elegir asignaturas del mismo módulo para conseguir una formación más específica en el área de conocimiento ofertada en el módulo. La asignatura III.1. "Diseño y síntesis de materiales *a medida* mediante el método sol-gel" se encuadra en el módulo III. "Química Inorgánica e Ingeniería Química" del Máster en Ciencia y Tecnología química. El enfoque de este Máster es mixto, ya que, aunque está orientado fundamentalmente a la iniciación en tareas de investigación (**orientación investigadora**), que se desarrollarán posteriormente con la realización de la Tesis doctoral, posibilita también la especialización académica sin requerir necesariamente la realización de un trabajo de investigación por parte del estudiante (**orientación académica**).

Desde un enfoque puramente académico, al cursar esta asignatura, el estudiante va a adquirir una serie de **conocimientos teóricos y específicos** sobre aspectos concretos relacionados con la metodología sol-gel (etapas, parámetros de síntesis, tipos de materiales, fundamentos de las técnicas de caracterización...). Pero además, a través de la realización de las prácticas de laboratorio y de la interpretación y resolución de los diagramas obtenidos con las distintas técnicas de caracterización, la asignatura le va a proporcionar una serie de **herramientas experimentales**, que le van a capacitar para poder abordar la realización de un proyecto de investigación. En este sentido, los aspectos tratados en la asignatura guardan estrecha relación y son contemplados en algunas de las líneas de investigación que se desarrollan en el Departamento de Química Inorgánica y Química Técnica y que se ofertan para la realización de dicho proyecto, que son las siguientes:

- Adsorción de contaminantes del medio acuoso
- Química verde y catálisis heterogénea. Tecnologías de uso sostenible
- Materiales porosos, química fina y química verde
- Preparación y caracterización de materiales porosos (carbones, óxidos, arcillas, composites) y aplicaciones catalíticas
- Materiales como catalizadores en procesos de química fina y descontaminación
- Técnicas experimentales de estudio de superficies. Proceso de producción y almacenamiento de hidrógeno.

La asignatura III.1. "Diseño y síntesis de materiales *a medida* mediante el método sol-gel" se encuadra en el módulo III. "Química Inorgánica y Química Técnica", junto con otras cinco asignaturas, que tratan sobre diferentes contenidos relacionados con las áreas de conocimiento del módulo. Existe una estrecha relación entre esta asignatura y otras que se ofertan en el mismo módulo. Así, el tema 6 de la asignatura, que trata sobre técnicas de

caracterización, permite introducir al alumno en una serie de técnicas utilizadas en el estudio de estos materiales sintetizados, cuyos conocimientos pueden ser ampliados, cursando la asignatura III.2 “Difracción de rayos X, análisis térmico y adsorción de gases para la caracterización de sólidos”. Pero además, otro de los aspectos que se trata en la asignatura es el de la síntesis de materiales de tipo catalizadores y soportes catalíticos. Estos materiales sintetizados mediante el método sol-gel pueden ser usados como sólidos inorgánicos que actúan como catalizadores en reacciones de Química verde, estudiándose estos aspectos con más detalle en la asignatura III.5 “Aplicación de sólidos inorgánicos en Química verde”. Y al tratarse además de catalizadores, es recomendable ampliar los conocimientos con la asignatura III.6 “Química de superficies y principios de catálisis heterogénea”, que se cursa en el segundo semestre. Si se considera además, que la metodología sol-gel puede ser aplicada en la síntesis de materiales de tipo carbonoso, se justifica además su relación en este módulo con la asignatura III.4. “Presente y futuro del carbón en el medio ambiente”.

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

No es necesario ningún requisito diferente a los generales de acceso a este máster, orientado tanto a la investigación como a la formación académica, dependiendo de si los estudiantes cursan o no, respectivamente, la asignatura de proyecto de investigación.

El Programa está dirigido preferentemente a:

- Licenciados en Ciencias Químicas e Ingenieros Químicos, aunque pueden acceder al programa desde el amplio espectro de titulaciones afines, que conforman las áreas generales de Ciencias experimentales y de la Salud.
- Estudiantes graduados en Química e Ingeniería Química, que hayan superado un mínimo de 240 ECTS.

Será necesario tener **conocimientos básicos de inglés científico**, ya que la mayor parte del material que se proporcionará a lo largo del curso se encuentra editado en dicho idioma.

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

ELOISA ORTEGA CANTERO  
eortega@ccia.uned.es  
91398-7348  
FACULTAD DE CIENCIAS  
QUÍMICA INORGÁNICA Y QUÍMICA TÉCNICA

Nombre y Apellidos	MARIA LUISA ROJAS CERVANTES
Correo Electrónico	mrojas@ccia.uned.es
Teléfono	91398-7352
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	QUÍMICA INORGÁNICA Y QUÍMICA TÉCNICA

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

La tutorización de los alumnos se llevará a cabo a través de la plataforma de e-learning aLF o por cualquier otro medio de contacto (e-mail, teléfono, etc.,)

### **GUARDIA:**

**COORDINADORA:** María Luisa Rojas Cervantes (mrojas@ccia.uned.es)

Tfno: 91-3987352    **Ubicación:** Despacho 102, Facultad de Ciencias

Martes de 10,00 a 14,00 h

### **PROFESORADO:**

Eloísa Ortega Cantero (eortega@ccia.uned.es)

Tfno: 91-3987348    **Ubicación:** Despacho 317, Facultad de Ciencias

Martes de 15,30 a 19,30 h

Eva Castillejos López (castillejoseva@ccia.uned.es)

Tfno: 91-398 6874    **Ubicación:** Despacho 339, Facultad de Ciencias

Lunes de 15,00 a 19,00 h

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

### **COMPETENCIAS BÁSICAS**

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### **COMPETENCIAS GENERALES**

CG01 - Adquirir la capacidad de comprensión de conocimientos y aplicación en la resolución de problemas

CG02 - Desarrollar capacidad crítica y de evaluación

CG03 - Adquirir capacidad de estudio y autoaprendizaje

CG04 - Desarrollar capacidad creativa y de investigación

CG05 - Adquirir capacidad de organización y de decisión

CG06 - Comprender y manejar sistemáticamente los aspectos más importantes relacionados con un determinado campo de la química

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CE01 - Desarrollar la habilidad y destreza necesarias en la experimentación química para aplicar sus conocimientos químicos, teóricos y prácticos en el análisis químico

CE02 - Adquirir la capacidad de la utilización de variables que permiten obtener información químico-analítica.

CE04 - Manejar equipos e instrumentos especializados

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Con el curso de la asignatura el estudiante debe adquirir los **siguientes objetivos**:

1. Identificar las distintas etapas del proceso sol-gel y los fenómenos que ocurren en ellas (conocimientos)
2. Diferenciar los factores de síntesis que controlan el proceso sol-gel (actitudes)
3. Diseñar experimentos de síntesis con diferentes variables (habilidades y destrezas)
4. Describir ejemplos representativos de distintos tipos de materiales preparados por el método sol-gel (conocimientos)
5. Conocer los fundamentos físicos de las técnicas de caracterización de los materiales sintetizados (conocimientos)
6. Interpretar los resultados de los diagramas o espectros obtenidos con una determinada técnica de caracterización (habilidades y destrezas)
7. Relacionar la posible influencia de los parámetros de síntesis del proceso sol-gel con las características de los materiales obtenidos (conocimientos, habilidades y destrezas, actitudes)
8. Comparar y discutir las características físicoquímicas de los materiales obtenidos por distintos procedimientos de secado (actitudes)
9. Utilizar las fuentes bibliográficas con capacidad de sintetizar y transmitir la información adquirida (habilidades y destrezas)
10. Desarrollar la capacidad de observación, análisis y síntesis (habilidades y destrezas)
11. Memorizar la terminología específica de la asignatura (conocimientos)

Existe una serie de **competencias** que permiten entrenar y evaluar al estudiante, y que se deben alcanzar con esta asignatura, que son las siguientes:

1. Capacidad de análisis y síntesis (interpersonal)
2. Razonamiento crítico (interpersonal)
3. Capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica

4. Resolución de problemas
5. Habilidad para gestionar la información (instrumental-metodológica)
6. Conocimientos de informática
7. Conocimiento de una segunda lengua (inglés)
8. Comunicación escrita

Además, deberán cubrirse las siguientes **competencias genéricas** (Proyecto Tunning)

1. Capacidad de organizar y planificar (interpersonal) problemas
2. Habilidad para trabajar de forma autónoma (instrumental-metodológica)

## CONTENIDOS

### Tema 1. Introducción al proceso sol-gel

- 1.1. Definición
- 1.2. Reacciones implicadas: hidrólisis y condensación
- 1.3. Etapas del proceso sol-gel
- 1.4. Rutas no hidrolíticas
- 1.5. Geles de carbón
- 1.6. Ventajas e inconvenientes del método sol-gel

### Tema 2. Gelificación y envejecimiento

- 2.1. Fenómeno de gelificación
  - 2.1.1. Teoría clásica
  - 2.1.2. Teoría de la percolación
- 2.2. Procesos de envejecimiento
- 2.3. Propiedades mecánicas: módulo elástico, viscosidad y fuerza
  - 2.3.1. Módulo elástico
  - 2.3.2. Viscosidad
  - 2.3.3. Fuerza



### Tema 3. Secado de los geles y tratamiento térmico a alta temperatura

- 3.1. Secado convencional (xerogeles)
- 3.2. Secado con fluidos supercrítico (aerogeles)
- 3.3. Estructura de los geles porosos (xerogeles y aerogeles)
- 3.4. Otros métodos de secado
- 3.5. Tratamiento térmico. Cambios estructurales durante el calentamiento
  - 3.5.1. Recubrimiento superficial de OH y OR
  - 3.5.2. Deshidroxilación
  - 3.5.3. Cambios superficiales producidos durante el calentamiento

### Tema 4. Factores controlantes del proceso sol-gel

- 4.1. Introducción
- 4.2. Naturaleza del metal y polaridad del enlace metal-carbono
- 4.3. Naturaleza del grupo alcóxido
- 4.4. Relación de hidrólisis
- 4.5. Catálisis ácida o básica (pH)
- 4.6. El disolvente
- 4.7. Aditivos químicos
- 4.8. Surfactantes

### Tema 5. Aplicación en la síntesis de diferentes tipos de materiales

- 5.1. Propiedades únicas de los geles
- 5.2. Películas delgadas y recubrimientos
  - 5.2.1. Recubrimientos ópticos
  - 5.2.2. Películas
- 5.3. Monolitos
- 5.4. Polvos, granos y esferas
- 5.5. Fibras
- 5.6. Materiales compuestos o composites
  - 5.6.1. Híbridos organoinorgánicos
- 5.7. Geles porosos y membranas
  - 5.7.1. Soportes y catalizadores
- 5.8. Óxidos mixtos
  - 5.8.1. Geles derivados de alcóxidos
  - 5.8.2. Geles derivados de carboxilatos

- 5.8.3. Termolisis de los geles derivados de alcóxidos
- 5.8.4. Termolisis de los geles derivados de carboxilatos
- 5.8.5. Cristalización del óxido

## Tema 6. Técnicas de caracterización

- 6.1. Estudio de la transición sol-gel
- 6.2. Estudio de la textura de los sólidos. Determinación de áreas superficiales y distribución de poros
  - 6.2.1 Introducción
  - 6.2.2. Fisisorción
  - 6.2.3. Tipos de isothermas de fisisorción
  - 6.2.4. Métodos de medida
  - 6.2.5. Métodos para determinar la superficie de un sólido
  - 6.2.6. Distribución del tamaño de poro. Volumen de poro
- 6.3. Análisis térmico
  - 6.3.1 Definición y clasificación
  - 6.3.2. Factores que afectan a las curvas termogravimétricas
  - 6.3.3. Derivada de la curva de termogravimetría
  - 6.3.4. Análisis térmico diferencial (ATD)
  - 6.3.5. Calorimetría diferencial de barrido (DSC)
- 6.4 Microscopías electrónicas
  - 6.4.1. Introducción
  - 6.4.2. Microscopía electrónica de transmisión (TEM)
  - 6.4.3. Microscopía electrónica de barrido (SEM)
  - 6.4.4. Preparación de las muestras
- 6.5. Resonancia magnética nuclear de sólidos
  - 6.5.1. Introducción y fundamento de la técnica
  - 6.5.2. Interacción núcleo-entorno estructural
  - 6.5.3. Aplicaciones de la RMN al estudio de análisis estructural
  - 6.5.4. Aplicaciones de la RMN en la síntesis de materiales

## METODOLOGÍA

Adaptada a las directrices del EESS, de acuerdo con el documento del IUED. La metodología docente será la general del programa de posgrado.

La asignatura **no tiene clases teóricas presenciales**. Los contenidos teóricos se impartirán a distancia, de acuerdo con las normas y estructuras de soporte telemático de la enseñanza en la UNED. El estudiante contará con material didáctico expresamente redactado para este máster, preparado por el Equipo Docente. Además, se facilitarán lecturas complementarias

relacionadas con la materia, en forma de documentación suministrada en formato electrónico. Todo este material forma parte de lo que se denomina lecturas y materiales de estudio en el Plan de trabajo de los alumnos que se detalla en el siguiente cuadro.

Por otra parte, el estudiante deberá realizar una serie de actividades, que computarán como horas de trabajo personal, y que aparecen en la columna "**Actividades**" del Plan de trabajo que se detallará en la guía docente a la que tendrá acceso el estudiante, una vez matriculado. La realización de estas actividades, que incluyen lectura y comentarios de artículos, diseños de experimentos de rutas de síntesis, realización de dos pruebas de evaluación a distancia y realización de un trabajo bibliográfico final, servirá para efectuar la evaluación del alumno.

Respecto a las **prácticas de laboratorio** (10 horas), en caso de realizarse, serán optativas y se realizarán en una sesión de un día completo en los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Sede Central de Madrid. La realización de las prácticas de las asignaturas de cada semestre está concentrada en una única semana.

A través de la plataforma virtual aLF se suministrará todo el material didáctico elaborado específicamente para el máster: documentación teórica y práctica, lecturas, artículos, enlaces a páginas Web.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen No hay prueba presencial

### CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad No

Descripción

En principio no hay. Se basa en evaluación continua.

Criterios de evaluación

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

### PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC? Si, PEC no presencial

Descripción

Dos pruebas de evaluación continua, PEc1 (temas 1 a 3) y PEC 2 (temas 4 a 6).

Criterios de evaluación

Cada prueba PEC se califica con una nota máxima de 10.

Ponderación de la PEC en la nota final Cada PEC pondera con un 12 % en la calificación final.

Fecha aproximada de entrega PEC1/20/11/2018 PEC2/01/01/2019  
Comentarios y observaciones

#### OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? Si,no presencial

Descripción

1. Diseño de síntesis de un óxido mixto por rutas no hidrolíticas.
- 2. Realizar resumen artículo fluidos supercríticos.**
- 3. Actividad de cálculo de datos sobre una práctica de laboratorio e interpretación difractograma y termograma.**
- 4. Realización trabajo bibliográfico final.**

Criterios de evaluación

Cada actividad se califica con una nota máxima de 10.

Ponderación en la nota final Las actividades 1, 2 y 3 ponderan cada una con un 12 % en la nota final. La actividad 4 pondera con un 40 % en la nota final.

Fecha aproximada de entrega 1/31/10/2018 2/04/12/2018 3/02/02/2019  
4/22/02/2019

Comentarios y observaciones

#### ¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

Las actividades 1,2,3 y cada una de las dos PEC ponderan cada una con un 12 % en la nota final.

**El trabajo bibliográfico (actividad 4) pondera con un 40 % en la nota final.**

**La calificación final será la suma ponderada de las calificaciones obtenidas en las actividades.**

**IMPORTANTE:** En caso de que el estudiante no supere en febrero la asignatura con la evaluación continua, para poder superarla en septiembre tendrá que aprobar el examen presencial que se realizará en dicho mes, en la fecha que se programe en el calendario de Pruebas Presenciales. Para poderse presentar a dicho examen, será necesario que, al menos, haya entregado 3 de las 6 actividades de evaluación continua.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13):9788436264968

Título:DISEÑO Y SÍNTESIS DE MATERIALES ¿A MEDIDA¿ MEDIANTE EL MÉTODO SOL-GEL (2012)

Autor/es:

Editorial:U N E D

Dado el carácter multidisciplinar de la materia y la metodología de enseñanza, el aprendizaje no se basará sólo en el estudio de un texto base, sino en la consulta de diversas fuentes de información (artículos, páginas Web, extractos de libros, etc.).

### **Bibliografía recomendada**

El libro de texto base con el que podréis seguir el curso se encuentra editado en forma de libro electrónico y puede comprarse a través de los siguientes enlaces:

<http://www.casadellibro.com/ebook-diseno-y-sintesis-de-materialesa-medidamediante-el-metodo-sol-gel-ebook/9788436264968/2021512>

[https://play.google.com/store/books/details/Mar%C3%ADa\\_Luisa\\_ROJAS\\_CERVANTES\\_Dise%C3%B1o\\_Y\\_S%C3%ADntesis\\_de\\_M?id=F-OkjCUfe0MC&feature=search\\_result#?t=W10](https://play.google.com/store/books/details/Mar%C3%ADa_Luisa_ROJAS_CERVANTES_Dise%C3%B1o_Y_S%C3%ADntesis_de_M?id=F-OkjCUfe0MC&feature=search_result#?t=W10)

Su precio es de alrededor de 11 euros.

El resto del material necesario para la realización de las distintas actividades de aprendizaje se le irá proporcionando al estudiante a lo largo del curso virtual.

### **Lecturas obligatorias comentadas**

Se proporcionará una serie de artículos en inglés y en español que el estudiante tendrá que leer y resumir para ser evaluado.

## **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Sol-gel science. The physics and chemistry of sol-gel processing

Autores: C. Jeffrey Brinker y George W. Scherer

Editorial: Academic Press, 1990.

## **RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA**

### **Recursos de apoyo-curso virtual.**

La plataforma de e-learning aLF proporcionará el adecuado interfaz de interacción entre el alumno y sus profesores. aLF es una plataforma de e-learning y colaboración que permite impartir y recibir formación, gestionar y compartir documentos, y crear y participar en comunidades temáticas.

Se ofrecerán las herramientas necesarias para que, tanto el equipo docente como el alumnado, encuentren la manera de compaginar tanto el trabajo individual como el aprendizaje cooperativo.

La tutorización de los alumnos se llevará a cabo a través de la plataforma de e-learning aLF o por cualquier otro medio de contacto (e-mail, teléfono, etc..)

---

## **IGUALDAD DE GÉNERO**

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la

comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.