



Proyecto/Guía docente de la asignatura

Se debe indicar de forma fiel cómo va a ser desarrollada la docencia. Esta guía debe ser elaborada teniendo en cuenta a todos los profesores de la asignatura. Conocidos los espacios y profesorado disponible, se debe buscar la máxima presencialidad posible del estudiante siempre respetando las capacidades de los espacios asignados por el centro y justificando cualquier adaptación que se realice respecto a la memoria de verificación. Si la docencia de alguna asignatura fuese en parte online, deben respetarse los horarios tanto de clase como de tutorías). La planificación académica podrá sufrir modificaciones de acuerdo con la actualización de las condiciones sanitarias.

Asignatura	Diseño experimental y optimización		
Materia	Obligatoria avanzada		
Módulo			
Titulación	Máster Universitario en Técnicas Avanzadas en Química. Análisis y Control de Calidad Químicos		
Plan	623	Código	54594
Periodo de impartición	2º semestre	Tipo/Carácter	OB
Nivel/Ciclo	Máster	Curso	1
Créditos ECTS	3		
Lengua en que se imparte	Español		
Profesor/es responsable/s	María del Sol Vega Alegre		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	mariasol.vega@uva.es , 983-184248		
Departamento	Química Analítica		

1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

La metodología de diseño de experimentos (DOE) es una herramienta estadística para la mejora de la calidad. DOE sirve para diseñar las condiciones ideales de un producto, proceso o servicio para que cumpla con nuestras expectativas usando el mínimo número de experimentos o pruebas. Es muy útil cuando tenemos entre manos un producto o proceso complejo cuyo resultado puede depender de una gran cantidad de variables o factores que deben ser ajustados para optimizar el resultado. La aplicación de las herramientas de diseño de experimentos y optimización son esenciales para mejorar la competitividad de las empresas y laboratorios, ya que generan productos y procesos óptimos con la mínima variabilidad y, por tanto, mejorando la fiabilidad y calidad de productos y servicios.

En un diseño experimental se varían deliberadamente los valores de uno o varios factores (variables de entrada) para medir su efecto en una o varias variables respuesta de interés. El diseño experimental estadístico establece qué variables hay que manipular, de qué manera, cuántas veces hay que repetir el experimento y en qué orden para poder establecer la relación causa-efecto, con grado de confianza (variabilidad) predefinido. Una vez realizados los experimentos, el análisis estadístico de los resultados obtenidos permite extraer conclusiones acerca de qué factores tienen un efecto significativo en los resultados y ajustar los valores óptimos de dichos factores. Se obtiene también una función matemática que relacione los resultados con los factores tenidos en cuenta, de forma que podremos hacer interpolaciones y calcular qué resultado tendrá la actividad para cualquier combinación de factores posibles.

1.2 Relación con otras materias

El diseño de experimentos es una herramienta fundamental que todo científico experimental o ingeniero debe conocer y aplicar en su actividad. Es una materia transversal relacionada con todas las áreas de conocimiento científico y con la mayoría de materias de la titulación.

1.3 Prerrequisitos

Los genéricos de la titulación. Se recomiendan conocimientos básicos de estadística, habitualmente adquiridos en las titulaciones que dan acceso al máster.

2. Competencias

2.1 Generales

G1.- Conocimiento del método científico.

Conocer el método científico dentro de las ciencias experimentales, en particular en el ámbito de la Química, formulando modelos e hipótesis de trabajo relevantes y planificando el análisis en relación con dichas hipótesis y la discusión de las conclusiones, de modo que se pueda avanzar en el conocimiento científico.

G2.- Competencia para aplicar los conocimientos adquiridos.

Es la capacidad para aplicar los conocimientos técnicos adquiridos, de forma coherente y profesional, sobre todo en contextos novedosos o en constante renovación, que impliquen la realización de una actividad química

G3.- Capacidad crítica, de análisis y síntesis, y capacidad de interpretación.



Ser capaz de emitir juicios críticos sobre propuestas, hipótesis y validez científica de las conclusiones, así como sintetizar propuestas y resultados dentro del ámbito de la química.

G4.- Competencias metodológicas.

Es la capacidad para elegir la metodología más adecuada para el desarrollo de la investigación y resolución de un problema concreto, adaptándola al contexto en el que se éste se ha originado.

G5.- Capacidad para valorar la originalidad y creatividad.

Es la competencia para reconocer la originalidad en la concepción, formulación y resolución de problemas, en el ámbito de la investigación química y científico-tecnológica en general.

G6.- Capacidades de comunicación.

Ser capaz de presentar de forma oral y escrita, ante públicos especializados o no, resultados avanzados de investigación química, considerando antecedentes, hipótesis de trabajo, resultados y conclusiones

G7.- Capacidad de trabajo en equipo.

Capacidad para el desarrollo de actividades químicas, supervisadas o autónomas, al servicio de un proyecto de trabajo común, que puede ser multidisciplinar.

G8.- Capacidad para el uso de las nuevas tecnologías.

Adquirir destrezas generales en el uso de las nuevas tecnologías en el ámbito de la química, que le permiten la utilización de las herramientas informáticas disponibles más importantes en el campo científico-tecnológico.

G9.- Desarrollar el interés por la formación permanente.

Promover un interés permanente para ampliar conocimientos y el desarrollo de un perfil profesional específico, mediante el estudio, la reflexión y la investigación.

G10.- Capacidad de aprendizaje autónomo.

Adquirir las destrezas necesarias para el aprendizaje autónomo en el ámbito de la Química, reconociendo las fuentes de conocimiento para dicho aprendizaje y su utilización, y motivando el aprendizaje a lo largo de la vida, en el ámbito de la química

2.2 Específicas

E1.- Adquisición de destrezas técnicas generales en el ámbito de una o varias disciplinas químicas.

Comprende esta competencia la capacidad de utilización de forma profesional del lenguaje y de las técnicas avanzadas propias de algunas de las especialidades de la Química, para favorecer la interpretación fluida de las fuentes especializadas de dichas disciplinas y la formulación adecuada de nuevos problemas.

E2.- Adquisición de destrezas técnicas generales para el estudio y resolución de problemas analíticos.

Comprende esta competencia la capacidad de elección y utilización de forma profesional de las técnicas avanzadas propias de algunas de las especialidades de la Química, para favorecer el estudio y en su caso resolución de problemas analíticos.

E3.- Capacidad para iniciarse en la investigación en Química.

El alumno del Máster adquirirá competencias suficientes que le permitan iniciar un proyecto de investigación en alguna de las áreas de conocimiento de la Química, de forma que pueda integrarse en las líneas de investigación de un Programa de Doctorado de la Universidad de Valladolid., o en un departamento de I+D+i de una empresa pública o privada

E5.- Capacidad de aplicar y adaptar los modelos teóricos y las técnicas específicas tanto a problemas abiertos en su línea de especialización, como a problemas provenientes de otros ámbitos ya sean científicos o técnicos.

Competencia para adaptar los modelos teóricos químicos para el estudio de problemas relacionados con la química o provenientes de otros campos científico-tecnológicos.



E10.-Capacidad de conocer y aplicar herramientas para la validación de procedimientos y el control de calidad.

Esta competencia comprende el conocimiento y aplicación de herramientas matemáticas y estadísticas para la validación de procedimientos y el control de calidad de los resultados.

E16.- Capacidad de diseñar experimentos que permitan obtener de forma óptima los resultados requeridos

Esta competencia implica el conocimiento y aplicación de los métodos de diseño experimental y optimización que siendo más adecuados a cada situación concreta, química, analítica, sintética, etc. permitan alcanzar de forma eficiente y eficaz los resultados requeridos

3. Objetivos

Capacitar al estudiante para enfocar un problema.

Conocer y aplicar las diferentes técnicas de diseño experimental y optimización

Saber enfocar la resolución de un problema químico real, eligiendo las técnicas de diseño experimental y optimización más adecuadas, identificando los factores controlables y minimizando los incontrolables

Utilizar la información generada para resolver problemas químicos concretos

4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: “Diseño de experimentos y optimización”

Carga de trabajo en créditos ECTS: 3

a. Contextualización y justificación

Obtener un producto o proceso con características deseables de forma eficiente.

Los diferentes conceptos y herramientas descritos en esta asignatura están interrelacionados, por lo que no parece oportuno dividir la materia en bloques que podrían sugerir, de forma errónea, la existencia de compartimentos estancos dentro de la asignatura.

b. Objetivos de aprendizaje

Conocer el papel del diseño de experimentos en la mejora de productos y procesos y en la investigación.

Dominar los principios básicos y la terminología del diseño experimental

Describir las etapas más importantes en la investigación experimental

Ser capaz de planificar un experimento, seleccionando factores de control y ruido

Conocer los diferentes tipos de diseños de experimentos y sus aplicaciones

Saber analizar e interpretar los resultados de los diseños experimentales

Obtener un modelo matemático que permita estimar y predecir la respuesta a partir de los valores de los factores o causas.

Aplicar la metodología de superficie de respuesta a la optimización de procesos.

Describir y aplicar correctamente las técnicas de optimización

Conocer los métodos de optimización de respuestas múltiples.

Manejar software estadístico para el diseño experimental y la optimización.

c. Contenidos

1. Introducción al diseño de experimentos.
2. Experimentos con un solo factor. Análisis de varianza.
3. Diseños en bloques
4. Diseños factoriales
5. Diseños robustos: diseño de parámetros de Taguchi
6. Optimización de procesos con metodología de superficie de respuesta
7. Optimización de respuestas múltiples

d. Métodos docentes

Se combinarán diferentes estrategias docentes para conseguir los objetivos de aprendizaje:

1. Clases teóricas: Exposición y explicación de contenidos por parte de un profesor.
2. Seminarios de resolución de casos prácticos: Resolución de ejercicios, planteamiento/resolución de problemas y exposición/discusión de casos por parte de un profesor con la participación activa de los estudiantes. Los ejercicios se intercalarán con la teoría para ilustrar los diferentes contenidos.
3. Prácticas: Resolución de ejercicios con software estadístico y hojas de cálculo.
4. Trabajo personal del estudiante, necesario para adquirir las competencias de la materia y asimilar los conocimientos expuestos en las sesiones presenciales.
5. Pruebas orales y/o escritas realizadas durante el periodo lectivo de una asignatura o una vez finalizada la misma.

e. Plan de trabajo

La asignatura se desarrolla en 2 sesiones semanales de 2 h de duración, en días alternos. Durante cada sesión se alternará la exposición de los conceptos y ejemplos por parte del profesor y la resolución guiada de ejercicios y casos prácticos por parte de los estudiantes, empleando Excel y paquetes estadísticos para los que la universidad cuenta con licencia de campus. Con una frecuencia aproximadamente mensual, se proponen tareas evaluables consistentes en la resolución de casos prácticos de forma individual y/o en grupo reducido.

f. Evaluación

La evaluación de los alumnos tendrá en cuenta: a) Seguimiento continuo, evaluación de problemas, trabajos u otras actividades; b) Evaluación de conocimientos teóricos y prácticos por medio de examen y/o presentación oral de un caso resuelto.

g Material docente

Es fundamental que las referencias suministradas este curso estén actualizadas y sean completas. Los profesores tienen acceso, a la plataforma Leganto de la Biblioteca para actualizar su bibliografía recomendada ("Listas de Lecturas"). Si ya lo han hecho, pueden poner tanto en la guía docente como en el Campus Virtual el enlace permanente a Leganto.

g.1 Bibliografía básica

GUTIÉRREZ PULIDO, H., DE LA VARA SALAZAR, R. (2012). Análisis y diseño de experimentos, 3ª edición. McGraw Hill, México.

MONTGOMERY, D.C. (2004). Diseño y análisis de experimentos, 2ª edición. Limusa Wiley, México.

SELVAMUTHU, D., DAS, D. (2018). Introduction to statistical methods, design of experiments and statistical quality control. Springer.

g.2 Bibliografía complementaria

BROWN, S.D., TAULER, R., WALCZAK, B. (2009). Comprehensive chemometrics. Vol. 1: Statistics, experimental design, optimization. Sarabia, L., Phan-Tan-Luu, R., Leardi, R. (section editors). Elsevier.

DEAN, A., VOSS, D., DRAGULJIC, D. (2017). Design and analysis of experiments, 2nd edition. Springer.

DÍAZ, A. (2009). Diseño estadístico de experimentos, 2ª edición. Editorial Universidad de Antioquía. Colombia.

MYERS, R.H., MONTGOMERY, D.C, ANDERSON-COOK, C.M. (2009). Response surface methodology. Process and product optimization using designed experiments, 3rd edition. Wiley.

RODRIGUES, M.I., IEMMA, A.F. (2015). Experimental design and process optimization. CRC Press.

ROY, R.K. (2001). Design of experiments using the Taguchi approach. 16 steps to product and process improvement. Wiley.

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

El profesor podrá suministrar vídeos explicativos para ampliar algún aspecto concreto de la materia o la resolución de algunos ejercicios que, por su complejidad o duración, no puedan resolverse completamente en el aula. Estos vídeos serán accesibles en el campus virtual de la asignatura.

h. Recursos necesarios

Las clases, tanto teóricas como de resolución de problemas, se impartirán en aula de informática si existe disponibilidad; en caso contrario el alumno llevará un ordenador personal al aula donde se desarrolle la docencia. Para la resolución de ejercicios se empleará Excel y software estadístico suministrado a través de las correspondientes licencias de la UVa. La plataforma MOODLE se utilizará para facilitar el material de la asignatura a los alumnos, para entregar las tareas en formato electrónico, para el intercambio de opiniones y resolución de dudas. Los alumnos accederán a la misma utilizando las cuentas y claves que les proporciona la Universidad de Valladolid.

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
3	2º cuatrimestre, meses de febrero-marzo, sesiones presenciales de 2 h de duración en días alternos

5. Métodos docentes y principios metodológicos

Se combinarán diferentes estrategias docentes para conseguir los objetivos de aprendizaje:

1. Clases teóricas: Exposición y explicación de contenidos por parte de un profesor.
2. Seminarios de resolución de casos prácticos: Resolución de ejercicios, planteamiento/resolución de problemas y exposición/discusión de casos por parte de un profesor con la participación activa de los estudiantes. Los ejercicios se intercalarán con la teoría para ilustrar los diferentes contenidos.
3. Prácticas: Resolución de ejercicios con software estadístico y hojas de cálculo.
4. Trabajo personal del estudiante, necesario para adquirir las competencias de la materia y asimilar los conocimientos expuestos en las sesiones presenciales.
5. Pruebas orales y/o escritas realizadas durante el periodo lectivo de una asignatura o una vez finalizada la misma.

Las clases teóricas corresponden a lecciones magistrales participativas en las que el alumno interviene mediante la formulación de preguntas al profesor o contestando las que el profesor plantea a lo largo de la impartición de los contenidos.

Se utilizarán diferentes metodologías, como el aprendizaje basado en problemas, el aula invertida o flipped classroom, trabajo en grupo, evaluación por pares, etc., además de los recursos didácticos habituales que permitan el mejor acceso del alumno a los conocimientos de la materia que forma parte de la asignatura.

Se considera el apoyo tutorial como una de las partes más importantes del proceso docente por lo que, además del horario que con carácter obligatorio figura en la normativa, se podrá complementar con otras sesiones fuera del mismo, previo acuerdo de los profesores y alumnos.

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA ⁽¹⁾	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricas	10	Preparación y estudio personal de los contenidos teóricos	20
Clases prácticas de ordenador	10	Preparación y resolución de ejercicios, problemas, presentaciones...	10
Seminarios y tutorías	5	Estudio y preparación de exámenes	15
Realización de exámenes y controles periódicos	5		
Total presencial	30	Total no presencial	45
TOTAL presencial + no presencial			75

- (1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sigue una videoconferencia de forma sincrónica a la clase impartida por el profesor.

7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Seguimiento continuo, evaluación de problemas, trabajos, presentaciones...	60%	
Caso práctico	40%	

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - La evaluación de los alumnos se realizará mediante un seguimiento continuo a través de controles periódicos y entrega de problemas resueltos relacionados con procesos de diseño y optimización de procesos químicos, trabajos y/o presentaciones.
 - Los alumnos que no realicen las actividades de la evaluación continua podrán someterse a un examen final de los contenidos de la asignatura, en la fecha habilitada a tal efecto, que contabilizará el 100% de la nota final.
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - Los mismos que en la convocatoria ordinaria. Si alguna de las actividades obtuvo en la convocatoria ordinaria una calificación insuficiente, el alumno podrá repetirla resolviendo un ejercicio similar y conservando la calificación de actividades superadas.
 - Los alumnos que no hayan realizado las actividades propuestas durante el curso se someterán a un examen final de los contenidos de la asignatura, en la fecha habilitada a tal efecto, que contabilizará el 100% de la nota final.

8. Consideraciones finales