



GUÍA DOCENTE 2020-2021

**Métodos Multivariantes y Tecnología Analítica de Procesos**

**1. Denominación de la asignatura:**

Métodos Multivariantes y Tecnología Analítica de Procesos

**Titulación**

Grado en Química

**Código**

6294

**2. Materia o módulo a la que pertenece la asignatura:**

Formación avanzada multidisciplinar

**3. Departamento(s) responsable(s) de la asignatura:**

Matemáticas y Computación. Química

**4.a Profesor que imparte la docencia (Si fuese impartida por mas de uno/a incluir todos/as) :**

Luis Antonio Sarabia Peinador. María de la Cruz Ortiz Fernández. Ana Herrero Gutiérrez

**4.b Coordinador de la asignatura**

Luis Antonio Sarabia Peinador

**5. Curso y semestre en el que se imparte la asignatura:**

4º curso (7º semestre)

**6. Tipo de la asignatura: (Básica, obligatoria u optativa)**

Optativa



**7. Número de créditos ECTS de la asignatura:**

6

**8. Competencias que debe adquirir el alumno/a al cursar la asignatura**

Competencias generales

G3. Reconocer y analizar nuevos problemas dentro y fuera del ámbito de la química y plantear estrategias para solucionarlos.

G4. Evaluar, interpretar y sintetizar datos e información química.

G5. Saber implementar buenas prácticas científicas de medidas y experimentación.

Competencias transversales

T1. Demostrar capacidad de análisis y de síntesis.

T2. Resolver problemas de forma efectiva.

T4. Demostrar habilidades para la planificación y organización.

T6. Gestionar adecuadamente la información.

T8. Expresarse correctamente (tanto de forma oral como escrita) en castellano.

T10. Demostrar capacidad de liderazgo.

T11. Adquirir motivación por la calidad.

T18. Trabajar en equipo.

T20. Adquirir o poseer las habilidades básicas en TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación).

T21. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

Competencias específicas

E6. Aplicar los principios y procedimientos utilizados en el análisis químico, para la determinación, identificación, y caracterización de compuestos químicos.

E18. Aplicar la metrología a procesos y productos químicos, incluyendo la gestión de la calidad.

E20. Aplicar los métodos matemáticos y estadísticos para validar modelos a partir de datos experimentales y optimizar productos y procesos químicos.

E21. Adquirir las bases estadísticas necesarias para evaluar la validez y la incertidumbre en las determinaciones químicas.



## 9. Programa de la asignatura

| 9.1- Objetivos docentes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>O1. Conocer y aplicar distintas técnicas de regresión multivariante para la construcción de modelos predictivos a partir de datos experimentales.</p> <p>O2. Aplicar técnicas de regresión multivariante en calibrados instrumentales.</p> <p>O3. Realizar, interpretar y evaluar modelos sobre variables latentes cuando sea necesario por la estructura de los datos.</p> <p>O4. Conocer los fundamentos y elementos de la tecnología analítica de procesos como sistema para el análisis y control de procesos.</p> <p>O5. Conocer y analizar procesos de fabricación basados en medidas on-line de parámetros de calidad críticos y relacionarlos con características de la materia prima, de los reactivos y los parámetros del proceso.</p> <p>O6. Comprender el papel central del análisis multivariante de datos para la descripción del funcionamiento práctico de un proceso, su control, la detección de situaciones anómalas y el diagnóstico de fallos.</p> <p>O7. Tomar decisiones de forma objetiva en ambiente de incertidumbre.</p> <p>O8. Manejar software específico.</p> <p>O9. Conocer la instrumentación utilizada (espectroscopía, cromatografía y técnicas FIA) para obtener datos de un proceso durante la producción.</p> <p>O9. Planificación del discurso y expresión oral correcta apoyada en medios audiovisuales.</p> <p>O10. Reflexión crítica sobre el proceso de aprendizaje.</p> <p>O12. Saber ser, estar, y trabajar en trabajos colaborativos en grupos grandes.</p> |
| 9.2- Unidades docentes (Bloques de contenidos)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p><b>MODELOS MULTIVARIANTES EN EL PAT</b></p> <p><b>INTRODUCCIÓN AL MODELADO MULTIVARIANTE</b></p> <p>El orden de la señal. Modelos basados en señales de orden cero: limitaciones</p> <p>Modelos basados en señales de orden uno: posibilidad de calibrar interferentes conocidos.</p> <p>Modelos basados en señales de orden dos o superior: posibilidad de calibrar en presencia de interferentes no conocidos.</p> <p><b>MODELOS BASADOS EN COMPONENTES PRINCIPALES</b></p> <p>La regresión multilínea por mínimos cuadrados. Concepto de modelo blando.</p> <p>Necesidad de estos modelos cuando existen correlación y/o colinealidad en los datos.</p> <p>Modelos basados en técnicas de regresión mínimo cuadrática sobre componentes principales (PCReg). Pretratamiento. Elección del número de componentes adecuadas.</p> <p>Interpretabilidad de las componentes principales. Construcción de modelos predictivos.</p> <p>Necesidad de estos calibrados en la determinación de mezclas multicomponentes con señales no específicas.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |



Aplicaciones de la regresión sobre componentes principales en problemas industriales.  
Práctica: Determinación simultánea de colorantes alimentarios contenidos en alimentos mediante espectroscopia UV-visible y calibración sobre componentes principales

### **MODELOS BASADOS EN MÍNIMOS CUADRADOS PARCIALES**

Criterio de ajuste de la regresión en mínimos cuadrados parciales (PLS).

Pretratamiento: centrado, autoescalado, derivadas, SNV. Aplicación del pretratamiento a distintos tipos de señales instrumentales (NIR, fluorescencia, UV-vis). Elección correcta de las variables latentes. Validación cruzada.

Capacidad predictiva de los modelos PLS. Posibilidad de detectar datos anómalos:

Índices Q y T2. Poder modelante de las variables originales.

Aplicación de modelos PLS en calibrados multivariantes con señales solapadas.

Modelado de interferencias. Aplicaciones en polarografía, voltamperometría, espectroscopia molecular en el UV-visible, fluorescencia molecular, espectroscopia NIR y MIR, espectrometría de masas.

Aplicaciones industriales de PLS

Práctica 1: Determinación de una mezcla de tres fármacos comerciales mediante espectroscopia de UV-visible y calibración PLS.

Práctica 2: Determinación de humedad y proteína en forrajes mediante espectroscopia NIR y calibración PLS. Efecto de distintos pretratamientos (derivadas, SNV) sobre las figuras de mérito obtenidas con el modelo PLS.

### **DETERMINACIONES EN-LÍNEA**

Necesidad de adaptar las técnicas instrumentales para extraer y manejar información físico-química “en-línea”. Ventajas e inconvenientes.

Sistemas de medida on-line de tipo espectroscópico (UV-vis y NIR), cromatográfico y de análisis por inyección en flujo.

### **CONTROL MULTIVARIANTE DE PROCESOS**

Naturaleza multivariante de la calidad.

Definición de la calidad final de un producto.

Características de los datos de proceso y orden de la señal. Análisis de un proceso y de su funcionamiento práctico, uso de las variables latentes.

Ventaja del control multivariante sobre el uso de múltiples controles univariantes.

Modelado y optimización industrial, de acuerdo con las recientes propuestas de la FDA sobre tecnología analítica de procesos (PAT) y del Protocolo Armonizado (sobre "Quality by Design" y espacios de diseño, DS) para garantizar la calidad de productos.



### 9.3- Bibliografía

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Cserhádi, T. , (2008) Multivariate methods in chromatography. A practical guide,, Wiley, New Jersey,
- Da-We\_Sun (Ed), (2009) Infrared spectroscopy for food quality analysis and control,, Elsevier, Amsterdam, 978-0-12374136-3,
- E. Baughman, (2005) Process Analytical Technology, Ed. Katherine A. Bakeev, Blackwell Publishing, Oxford, 978-1-4051-2103-3,
- Massart, D.L, Vandeginste, B.G.M. Buydens, L.M.C. Jong, S. de Smeyers-Verbeke,, (1997) Handbook of Chemometrics and Qualymetrics; Part A and Part B, Elsevier, Amsterdam,
- Næs, T., Isaksson, T., Fearn, T., Davies, T., (2002) Multivariate Calibration and Classification, NIR Publications, Chichester, 0-44489724-0,
- R, (2009) Comprehensive Chemometrics, Brown, S.D., Tauler, R., Walczak, B. (Eds), Chemical and Biochemical data analysis. Four-Volume set, Elsevier, Amsterdam,
- Smilde, A., Bro, R., Geladi, P., (2004) Multi-way analysis with applications in the chemical sciences, John Wiley & Sons, Chichester,
- U.S. Food and Drug Administration. , Guidance for Industry: PAT—A Framework for Innovative Pharmaceutical Development, Manufacturing, and Quality Assurance. , 2004a, Available at <http://www.fda.gov/cder/guidance/6419fnl.pdf>,
- Y. Ozaki, W.F. McClure, A. A. Christy, (2007) Near-Infrared Spectroscopy in Food Science and Technology, Y. Ozaki, W.F. McClure, A. A. Christy Eds, Wiley-.Interscience, New Yersey, 978-0-471-67201,

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Box G.E.P., Draper N.R., (1987) ,Empirical Model Building and response surfaces,, John Wiley & Sons, New York,
- M. Blanco, V. Cerdà (Eds)), (2007) Temas avanzados de Quimiometría, Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca, 987-84-8384-006-1,



### 10. Metodología de enseñanza y aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante:

La docencia se desarrollará en el laboratorio de cómputo y en el aula, alternando el análisis de ejemplos y casos de estudio con los elementos teóricos necesarios y el análisis de los resultados de las prácticas realizadas en el laboratorio de análisis químico. En esta actividad presencial se utilizarán sistemáticamente las TICs y la participación activa del alumno.

Se realizarán 5 sesiones experimentales en el laboratorio de Química Analítica para aplicar posteriormente la metodología de regresión multivariante a calibrados instrumentales que proporcionan datos multivariados. Esta actividad práctica estará completamente coordinada conceptual y formalmente con la anterior. Adicionalmente en las sesiones presenciales para exposición y debate, conducidas por los profesores responsables de ambas actividades, en seminarios teórico-prácticos, se hará una síntesis crítica de la metodología y su aplicación en el ámbito industrial.

| Metodología                                | Competencia relacionada            | Horas presenciales | Horas de trabajo | Total de horas |
|--------------------------------------------|------------------------------------|--------------------|------------------|----------------|
| Clase Teoría                               | E6, E18, E20, E21, G3, G4, G5      | 13                 | 20               | 33             |
| Clases prácticas en laboratorio de Química | E18, E20, T1, T2, T6, T8, T11, T18 | 15                 | 24               | 39             |
| Clases prácticas en laboratorio de cómputo | T1, T2, T6, T8, T11, T18, E20      | 21                 | 35               | 56             |
| Seminario, debate                          | T8, T21, T20                       | 2                  | 4                | 6              |
| Realización trabajos e informes            | T4, T8, T10, T18, T20              | 0                  | 8                | 8              |
| Evaluación escrita                         | T8, T1, T2                         | 2                  | 0                | 2              |
| Exposición oral                            | T8, T21, T20                       | 1                  | 5                | 6              |
| <b>Total</b>                               |                                    | 54                 | 96               | 150            |



### 11. Sistemas de evaluación:

Evaluación continua en los términos de las directrices aprobadas por la Facultad de Ciencias.

Por su propia naturaleza, la evaluación de la "Participación en las sesiones presenciales" y "Realización de trabajos y presentación de informes" no es recuperable en segunda convocatoria.

Se requiere un mínimo de 4 (sobre 10) en cada procedimiento, excepto para la 2ª convocatoria en los procedimientos no recuperables que serán calificados con la nota alcanzada en la 1ª convocatoria.

Se deberá alcanzar un cinco sobre diez para aprobar la asignatura.

Si el estudiante no superase alguno de los mínimos mencionados, la calificación global de la asignatura será la media aritmética ponderada de las calificaciones obtenidas en las diferentes pruebas de evaluación, salvo que ésta sea superior a 4,9 en cuyo caso la calificación global será 4,9.

El sistema de evaluación para estudiantes de intercambio será modificado en el supuesto de que los calendarios académicos de las universidades de origen y de destino no sean coincidentes

Los estudiantes que fueran sorprendidos copiando o plagiando en cualquiera de los procedimientos de evaluación de la asignatura tendrán una calificación de cero en la nota global de la asignatura, de acuerdo con el artículo 17.2 del Reglamento de Evaluación de la Universidad de Burgos vigente en la actualidad.

| <b>Procedimiento</b>                                                                              | <b>Peso<br/>primera<br/>convocatoria</b> | <b>Peso<br/>segunda<br/>convocatoria</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|
| Participación en las sesiones presenciales (clases teórico-prácticas, seminarios, tutorías, etc.) | 20 %                                     | 20 %                                     |
| Realización de trabajos y presentación de informes                                                | 20 %                                     | 20 %                                     |
| Pruebas escritas individuales presenciales                                                        | 40 %                                     | 40 %                                     |
| Resolución de ejercicios y casos prácticos                                                        | 20 %                                     | 20 %                                     |
| <b>Total</b>                                                                                      | <b>100 %</b>                             | <b>100 %</b>                             |



**Evaluación excepcional:**

Para aplicar esta modalidad de evaluación es obligatorio la realización de las prácticas de laboratorio de análisis y/o de cómputo con el fin de evaluar las habilidades y destrezas correspondientes. Se requiere un mínimo de 4 sobre 10 en la evaluación de los siguientes procedimientos

- Resolución de casos prácticos (40%),
- Respuesta a preguntas sobre los fundamentos de las técnicas usadas (40%),
- Presentación oral y un breve debate con los profesores sobre las conclusiones obtenidas (20%).

La calificación requerida para aprobar será de cinco sobre diez.

**12. Recursos de aprendizaje y apoyo tutorial:**

Se mantendrá una atención tutorial personalizada durante el horario establecido por la Universidad.

**13. Calendarios y horarios:**

Los que establezca la Facultad, que se encuentran publicados en la hoja Web del título.

**14. Idioma en que se imparte:**

Español



| <b>MODELO PARA RECOGER LAS ADAPTACIONES/ADENDAS DE LAS GUÍAS<br/>DOCENTES 2020-2021</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                           |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <b>TITULACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Grado en Química                                                                          |   |
| <b>CURSO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 4º                                                                                        |   |
| <b>ASIGNATURA / CÓDIGO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Métodos Multivariantes y Tecnología Analítica de Procesos / 6294                          |   |
| <b>SEMESTRE (1.º/2.º)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1º                                                                                        |   |
| <b>TIPO DE ASIGNATURA Y CRÉDITOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Optativa                                                                                  | 6 |
| <b>COORDINADOR/A</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Luis Antonio Sarabia Peinador                                                             |   |
| <b>PROFESORADO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Luis Antonio Sarabia Peinador. María de la Cruz Ortiz<br>Fernández. Ana Herrero Gutiérrez |   |
| <b>CAMBIOS EN LA METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE RESPECTO A LA<br/>GUÍA INICIALMENTE APROBADA PARA UN CONTEXTO DE PRESENCIALIDAD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                           |   |
| <p><b>1. Por razones de reorganización de espacios y tiempos (paso del escenario A al B) <u>para aquellas materias que proceda</u></b></p> <p>No procede</p> <p><b>2. Ante un eventual rebrote de la enfermedad con paso al escenario C, <u>para todas las materias</u></b></p> <p>En la medida que sea posible, tanto las actividades teóricas y las prácticas de laboratorio como la realización de trabajos, informes, memorias y pruebas de evaluación se realizarán mediante las herramientas que la Universidad de Burgos pone a nuestra disposición a través de UBUVirtual.</p> |                                                                                           |   |
| <b>CAMBIOS EN LA ATENCIÓN TUTORIAL DE LOS ESTUDIANTES:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                           |   |
| <p><b>1. Por razones de reorganización de espacios y tiempos (paso del escenario A al B) <u>para aquellas materias que proceda</u></b></p> <p>No procede</p> <p><b>2. Ante un eventual rebrote de la enfermedad con paso al escenario C, <u>para todas las materias</u></b></p> <p>El tipo y modo de las tutorías se realiza o bien mediante los foros creados en la plataforma o bien mediante reunión sincrónica con los docentes, previa cita por correo electrónico.</p>                                                                                                           |                                                                                           |   |
| <b>CAMBIOS EN LOS SISTEMAS DE EVALUACIÓN (especifique los nuevos procedimientos y el peso relativo asignado a la calificación)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                           |   |
| <p><b>1. Por razones de reorganización de espacios y tiempos (paso del escenario A al B) <u>para aquellas materias que proceda</u></b></p> <p>No procede</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                           |   |



**2. Ante un eventual rebrote de la enfermedad con paso al escenario C, para todas las materias**

Las pruebas de evaluación se realizan telemáticamente mediante entregas en “Tareas” de UBUVirtual, identificando a los estudiantes mediante Skype o Teams en cualquier momento de la duración de la prueba, y manteniendo el chat abierto para atender dudas. Los docentes responsables se reservan la posibilidad de convocar, posteriormente, a cualquiera de las personas presentadas a la prueba para una reunión sincrónica (que se grabará) en la que deberá responder, de forma oral, a preguntas sobre las pruebas realizadas.

El peso relativo asignado a la calificación se mantiene en los porcentajes inicialmente establecidos.

**CALENDARIO DE PRUEBAS DE EVALUACIÓN NO PRESENCIAL (las pruebas presenciales se ajustarán al calendario establecido por los centros, pudiendo modificar el mismo si la evaluación no presencial utilizase otros procedimientos)**

Se mantiene el mismo calendario aprobado para el curso 2020/2021

**COMENTARIOS**