



CURSO DE POSGRADO

DISEÑO EXPERIMENTAL Y OPTIMIZACIÓN CON LA METODOLOGÍA DE SUPERFICIE DE RESPUESTA

INFORMACIÓN AMPLIADA

DISEÑO EXPERIMENTAL Y OPTIMIZACIÓN CON LA METODOLOGÍA DE SUPERFICIE DE RESPUESTA



Tipo de actividad: Curso de posgrado

Denominación: Diseño experimental y optimización con la metodología de superficie de respuesta.

Destinatarios: Graduados de carreras científicas (Química, Física, Biología, Bioquímica, Farmacia, Ingenierías, Veterinaria, u otras). Doctorandos y/o posdoctorandos interesados en el diseño de experimentos con multirespuesta.

Carga horaria: 40 horas.

Dictado del curso: 9 al 13 de junio de 2025

Inscripción: Abierta hasta el 4 de junio por SIU GUARANI.

Modalidad: Presencial.

Docentes:

- Coordinador académico: Dr. Roberto G. Pellerano (FaCENA – UNNE)
- Docentes dictantes: Dr. Héctor C. Goicoechea (LADAQ – UNL) y Dra. Melisa J. Hidalgo (FaCENA – UNNE)
- Docentes Tutores: Dra. Margarita Vallejos (FaCENA – UNNE) y Dra. Celina Monzón (FaCENA – UNNE)

Arancel:

- Profesionales y público en general: \$ 80.000
- Docentes y alumnos de posgrado de FaCENA: \$ 50.000
- Alumnos de posgrado de otras universidades \$ 60.000

Fundamentación

Los investigadores de prácticamente todos los campos de estudio científico llevan a cabo experimentos, por lo general para descubrir algo relacionado a un proceso o sistema particular.

DISEÑO EXPERIMENTAL Y OPTIMIZACIÓN CON LA METODOLOGÍA DE SUPERFICIE DE RESPUESTA



En un sentido literal, un experimento es una prueba. En una perspectiva más formal, un diseño de experimentos puede definirse como una serie de pruebas en las que se hacen cambios deliberados en las variables de entrada de un proceso o sistema para observar e identificar las razones de los cambios que pudieran observarse en la respuesta de salida.

Este curso trata de la planeación, realización de experimentos y del análisis de los datos resultantes a fin de obtener conclusiones válidas y objetivas, contribuyendo a la formación de profesionales a la hora de diseñar un experimento.

Objetivos

El objetivo general del curso es formar a investigadores y profesionales en los fundamentos y aplicaciones del diseño experimental con múltiple respuesta mediante el uso de la metodología de superficie de respuesta.

Objetivos específicos:

- Introducir al usuario al campo del diseño experimental y sus fundamentos matemáticos.
- Conocer los fundamentos de los diferentes métodos para lograr la optimización de diseños experimentales de acuerdo al número de variables influyentes.
- Brindar conocimientos sobre la metodología de superficie de respuesta y función deseabilidad para optimizar respuestas múltiples.
- Desarrollar criterios que permitan a los participantes seleccionar distintas metodologías de acuerdo al tipo de respuesta experimental a optimizar.

Contenidos

Tema 1. Repaso de conceptos estadísticos.

Comparación de dos tratamientos en diferentes modalidades. Comparación de más de dos tratamientos. Análisis de la varianza con uno y varios factores (ANOVA). Análisis de los residuos. Gráficas de probabilidad normal. Análisis de homocedasticidad. Uso del programa InfoStat.

DISEÑO EXPERIMENTAL Y OPTIMIZACIÓN CON LA METODOLOGÍA DE SUPERFICIE DE RESPUESTA



Tema 2. Análisis de factores con probabilidad de ser influyentes en el proceso.

2.1. Estudio simultáneo de varios factores. Diseños factoriales de dos niveles (completos y fraccionados). Diseño de Plackett-Burman. Estudio de interacciones y confusiones.

2.2. Modelos de regresión. Fases de un estudio mediante regresión lineal. Regresión lineal simple. Regresión lineal múltiple. Inclusión de relaciones no lineales. Validación del modelo. Análisis de los residuos. Puntos influyentes. Regresión múltiple opción backward.

2.3. Análisis de casos reportados en bibliografía y discusión de los resultados. Uso del programa Design Expert.

Tema 3: Metodología de la superficie de respuesta para análisis de los factores detectados como influyentes en el proceso.

3.1. Introducción a la metodología de análisis de la superficie de respuesta: Diseños simétricos: a) diseño central compuesto, b) diseño factorial completo a tres niveles, c) diseño de Box-Behnken, y d) diseño de Doehlert. Diseños no simétricos: diseños D-optimal. Diseños para experimentos con mezclas. Evaluación de los modelos con ajuste por cuadrados mínimos que explican la variabilidad de las respuestas. Análisis de gráficas de superficie y de contorno. Obtención de los puntos estacionarios. Intervalo de confianza de las predicciones.

3.2. Uso de transformaciones de la respuesta o modelado con redes neuronales para modelos complejos implícitos o que no siguen los supuestos de normalidad.

3.3. Resolución de problemas basados en la literatura científica. Uso de los programas Design Expert y SRO_ANN (interfaz gráfica escrita en Matlab para redes neuronales).

Tema 4: Búsqueda de condiciones óptimas según múltiples necesidades en el proceso.

4.1. Optimización de sistemas con una o varias respuestas y factores que requieran condiciones especiales. Superposición de gráficas de contorno. Función de deseabilidad. Obtención de zonas de robustez del proceso.

DISEÑO EXPERIMENTAL Y OPTIMIZACIÓN CON LA METODOLOGÍA DE SUPERFICIE DE RESPUESTA



4.2. Resolución de problemas basados en la literatura científica y análisis de sistemas experimentales propios de los participantes. Estudio de factores a analizar. Descripción de los diseños y la metodología para su desarrollo. Planificación experimental.

Metodología de enseñanza

Las estrategias de enseñanzas del curso consistirán en clases teórico-prácticas, en las que se abordarán problemas de diseño experimental y optimización de variables, donde los cursantes deberán resolverlos reunidos en grupos de 3 a 5 integrantes, guiados por profesores-tutores, para finalizar con un análisis y puesta en común de los resultados. Estas actividades serán asistidas con herramientas informáticas de programas específicos para diseño de experimentos. Dichas herramientas serán provistas a los alumnos durante el cursado.

Instancias de evaluación y aprobación

Durante el último encuentro del curso (4 hs) presencial, se realizará el planteamiento de casos reales de aplicación, que los alumnos deberán resolver de forma individual, en modalidad asincrónica mediante presentación de un informe escrito final. El mismo consistirá en el planteamiento de 2 (dos) problemas brindados por el equipo docente, en temas relacionados con lo aprendido durante el cursado. Los alumnos contarán con 10 días hábiles para el envío de las respuestas mediante la plataforma Moodle institucional.

Bibliografía General

- RH Myers, Montgomery, D.C, Anderson-Cook, CM. 2009. Response Surface Methodology. Wiley New Jersey.
- Vera Candiotti, L, De Zan MM, Camara, MS, Goicoechea HC, Experimental design and optimization. Applications in analytical methods development with multiple responses. Talanta 124 (2014) 123–138.
- P.C. Giordano, H.C. Goicoechea, A.C. Olivieri, SRO_ANN: An integrated MatLab toolbox for multiple surface response optimization using radial basis functions. Chemom. Intell. Laborat. Syst. 171 (2017) 198–206.

DISEÑO EXPERIMENTAL Y OPTIMIZACIÓN CON LA METODOLOGÍA DE SUPERFICIE DE RESPUESTA



- Experimental Design, Héctor Goicoechea, Chapter 10 in “Fingerprinting Techniques in Food Authentication and Traceability” (2018). Editors: Leo Nollet and Khwaja Siddiqi. CRC Press, New York.
- "Applications of mixture experiments for response surface methodology implementation in analytical methods development" S. Azcarate, Licarion Pinto, H.C. Goicoechea, Journal of Chemometrics (2020); e3246. <https://doi.org/10.1002/cem.3246>
- L. A. Sarabia and M. C. Ortiz, University of Burgos, Burgos, Spain. Comprehensive Chemometrics: Response Surface Methodology. Pags: 346- 3882009. Elsevier
- Brereton, R., Chemometrics: data analysis for the laboratory and chemical plant, John Wiley & Sons, Chichester, 2003.
- Barros Neto, B, Scarminio, I S, Bruns R E. 2001. Como fazer experimentos. Livro Texto UNICAMP, Campinas.
- Gutierrez Pulido, H, De la Vara Salazar, R. 2008, Mc Graw-Hill-Interamericana, México.
- Leardi, R. Experimental design in chemistry: A tutorial. Anal. Chim. Acta 652 (2009)161–172.
- Bezerra, A. M.; Erthal Santelli, R.; Padua Oliveira, E.; Silveira Villar, L.; Escaleira, A. L. Response surface methodology (RSM) as a tool for optimization in analytical chemistry. Talanta 76 (2008) 965–977
- Costa Ferreira, S. L.; Bruns, R. E.; Paranhos da Silva, E. G.; Lopes dos Santos, W. N.; Quintella, C. M.; David, J. M.; Bittencourt de Andrade, J.; Breikreitz, M. C.; Sales Fontes Jardim, I. C.; Barros Neto, B. Statistical designs and response surface techniques for the optimization of chromatographic systems. J.Chromatogr. A. 1158 (2007)2–14.
- B. Dejaegher, Y. Vander Heyden. Experimental designs and their recent advances in set-up, data interpretation, and analytical applications. J. Pharm. Biomed. Anal. 56 (2011) 141–158.

DISEÑO EXPERIMENTAL Y OPTIMIZACIÓN CON LA METODOLOGÍA DE SUPERFICIE DE RESPUESTA



- M.C. Breiktkreitz and H.C. Goicoechea, “Introduction and analytical development to quality by design in pharmaceutical manufacturing” (2023). Springer, Cham, Switzerland.