



**ITSON**  
Educar para  
Trascender



Coordinación de Desarrollo  
Académico

**NOMBRE DEL CURSO:** Formación Metodológica (Diseño de experimentos)

**CLAVE/ID:** 1209G/007207

**DEPARTAMENTO:** Ciencias del agua y medio ambiente

**BLOQUE/ACADEMIA A LA QUE PERTENECE:** Agregar este apartado

**INTEGRANTES DEL COMITÉ DE DISEÑO:** María Magdalena Armendáriz  
Ontiveros, Juan Francisco Maldonado Escalante, María del Rosario Martínez  
Macías

**REQUISITOS:** Ninguno

**HORAS:** 3

**CRÉDITOS:** 5.25

**PROGRAMA(S) EDUCATIVO(S) QUE LO RECIBE(N):** MCIQ

**PLAN:** 2016

**FECHA DE ELABORACIÓN:** Abril 2021

**Competencia a la que contribuye el curso:** Desarrollar propuestas metodológicas para la evaluación y mejora de procesos de ingeniería química a través de la implementación de proyectos de investigación.

**Tipo de competencia**  
**Específica**

**Descripción general del curso.** Este curso pertenece al 3er trimestre, del Bloque de formación metodológica, se compone de 4 unidades de competencias, en el cual el estudiante aprenderá a utilizar herramientas estadísticas que permitan el análisis de datos y diseños de experimentos para la interpretación correcta de resultados y toma de decisiones en proyectos de investigación. Para lo cual se requiere como prerrequisitos previos como comunicación efectiva, trabajo en equipo y solución de problemas

Unidad de Competencia I	Elementos de Competencia	Requerimientos de información
Analizar modelos lineales para la resolución de problemas complejos de ingeniería química mediante técnicas estadísticas con responsabilidad, honestidad y sustentabilidad científica.	<p>Aplicar modelos lineales para la toma de decisiones en el campo de ingeniería química mediante software matemático.</p> <p>Utilizar modelos lineales para su comprensión mediante casos de estudio de ingeniería química</p> <p>Desarrollar modelos lineales mediante métodos estadísticos para la interpretación de resultados de experimentos.</p> <p>Identificar modelos lineales en la aplicación de ingeniería mediante casos de estudio.</p>	<p><b>Conceptos básicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tratamientos</li> <li>○ Unidad básica</li> <li>○ Unidad experimental</li> <li>○ Replicas o bloques</li> <li>○ Factores</li> <li>○ Niveles</li> <li>○ Precisión y exactitud</li> <li>○ Repeticiones</li> <li>○ Aleatorización</li> <li>○ Uso de paquetes estadísticos</li> </ul> <p><b>Modelos lineales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Modelo de análisis de varianza</li> <li>○ Modelo de análisis de covarianza</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Modelos de efectos fijos</li> <li>○ Modelo de efectos aleatorios</li> <li>○ Modelo de efectos mixtos</li> </ul>
--	--	--

Criterios de Evaluación		
	Evidencias	Criterios
<b>Desempeños</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exponer aplicaciones de modelos lineales ingeniería química y la forma de utilizarlos en su proyecto de investigación</li> <li>• Resolución de ejercicios en clase de modelos lineales (Modelos de análisis de varianza, covarianza, de efectos fijos, efectos aleatorios y efectos mixtos)</li> </ul>	<p>Que presente la aplicación de la optimización en la ingeniería química, la exposición debe ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- De forma clara y organizada</li> <li>- Sustentada en la literatura</li> <li>- Con apoyo de un power point</li> </ul> <p>Para la resolución de los ejercicios el alumno debe emplear los fundamentos teóricos, relacionados con los modelos lineales</p>
<b>Productos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ensayo de la importancia de los modelos lineales en la ingeniería química.</li> <li>2. Caso de estudio sobre los modelos lineales</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>El ensayo debe de ser elaborado de acuerdo a la siguiente estructura: introducción, desarrollo y conclusión. Que contenga al menos dos referencias bibliográficas. Ordenado en su presentación y entregado en tiempo y forma</i></li> <li>• <i>El caso de estudio debe de realizarse en un software computacional</i></li> </ul>
<b>Conocimientos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Modelo de análisis de varianza</li> <li>○ Modelo de análisis de covarianza</li> <li>○ Modelos de efectos fijos</li> <li>○ Modelo de efectos aleatorios</li> <li>○ Modelo de efectos mixtos</li> </ul>	

Unidad de Competencia II	Elementos de Competencia	Requerimientos de información
<p>Evaluar prueba de hipótesis, estimaciones y prueba de discriminación de medias para la toma de decisiones en problemas complejos de ingeniería química enfocados a la investigación mediante métodos estadísticos responsabilidad, honestidad y sustentabilidad científica.</p>	<p>Realizar estimaciones estadísticas de resultados obtenidos para el análisis de datos experimentales mediante software computacional.</p> <p>Aplicar prueba de hipótesis para la toma de decisiones mediante software computacional.</p> <p>Determinar pruebas de discriminación de medias</p>	<p><b>Prueba de hipótesis</b></p> <p><b>Estimación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Método de Máxima Verosimilitud.</li> <li>○ Método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios.</li> <li>○ Método de los Mínimos Cuadrados Generalizados o Ponderados.</li> </ul> <p><b>Pruebas de discriminación de medias</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Método de la Mínima Diferencia</li> </ul>



	<p>mediante software computacional para la comprensión e interpretación de problemas de ingeniería química.</p> <p>Examinar la regresión lineal como método de interpretación de datos y solución de problemas mediante software computacional para la toma de decisiones en el campo de ingeniería química.</p> <p>Examinar la regresión múltiple como método de interpretación de datos y solución de problemas mediante software computacional para la toma de decisiones en el campo de ingeniería química.</p>	<p>Significativa</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Prueba de Tukey</li><li>○ Prueba de Scheffe</li><li>○ Prueba de Dunnett</li><li>○ Prueba Newman-Keuls</li><li>○ Prueba de Rango Múltiple de Duncan</li></ul> <p><b>Regresiones</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Lineal</li><li>○ Múltiple</li></ul>
--	---	---



Criterios de Evaluación	
Evidencias	Criterios
<p><b>Desempeños</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Exponer sobre el uso prueba de hipótesis, estimaciones, pruebas de discriminación de medias y regresiones en la resolución de problemas de investigación y relacionarlo con su proyecto de investigación</li> </ul> <p>Resolución de ejercicios en clase de prueba de hipótesis, estimaciones, pruebas de discriminación de medias y regresiones</p>	<p>Que presente el uso del ajustes de curvas, la exposición debe ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>De forma clara y organizada</li> <li>Sustentada en la literatura</li> <li>Con apoyo de un power point</li> </ul> <p>Para la resolución de los ejercicios el alumno debe emplear los fundamentos teóricos, relacionados con la metodología de prueba de hipótesis, estimaciones, pruebas de discriminación de medias y regresiones</p>
<p><b>Productos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ensayo de la importancia de prueba de hipótesis, estimaciones, pruebas de discriminación de medias y regresiones</li> <li>Ejercicios resueltos relacionados con prueba de hipótesis, estimaciones, pruebas de discriminación de medias y regresiones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El ensayo debe de ser elaborado de acuerdo a la siguiente estructura: <i>introducción, desarrollo y conclusión. Que contenga al menos dos referencias bibliográficas. Ordenado en su presentación y entregado en tiempo y forma</i></li> <li>Los ejercicios deben cumplir con los fundamentos teóricos relacionados con prueba de hipótesis, estimaciones, pruebas de discriminación de medias y regresiones</li> </ul>
<p><b>Conocimientos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prueba de hipótesis</li> <li>Estimación</li> <li>Pruebas de discriminación de medias</li> <li>Regresiones</li> </ul>	

Unidad de Competencia III	Elementos de Competencia	Requerimientos de información
<p>Evaluar los principales tipos de diseños de experimentos, mediante el análisis integral de cada uno de ellos, que permitan establecer las relaciones causa-efecto en las variables de interés obteniendo resultados válidos y confiables,</p>	<p>Identificar los principales tipos de diseño de experimentos y de diseño factorial utilizados en los procesos de experimentación en la Ingeniería Química</p>	<p><b>Diseño de experimentos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño de bloques completos aleatorizados</li> <li>Diseño de Cuadrado latino</li> <li>Diseño de cuadrado grecolatino</li> </ul>



Coordinación de Desarrollo Académico

	<p>Aplicar los principales tipos de diseño de experimentos y factoriales de acuerdo a la naturaleza de las variables a evaluar.</p> <p>Analizar el efecto de determinados factores en la variable de interés mediante la correcta aplicación de los diseños de experimento, obteniendo resultados válidos y confiables</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Diseño de bloques incompletos balanceados</li></ul> <p><b>Diseño Factorial</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Diseño factorial de 2 factores</li><li>○ Diseño factorial de <math>2^k</math></li><li>○ Diseños factoriales fraccionados de dos niveles</li><li>○ Diseños factoriales y factoriales fraccionados con tres niveles y con niveles mixtos</li></ul>
--	--	---



<b>Criterios de Evaluación</b>		
	<b>Evidencias</b>	<b>Criterios</b>
<b>Desempeños</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exponer sobre los principales tipos de diseños de experimentos y las características de cada uno de ellos</li> <li>Mesa redonda acerca de la importancia de la aplicación correcta de los distintos tipos de diseños de experimentos en función de la naturaleza de las variables a evaluar</li> <li>Resolución de ejercicios en clase de diseños experimentales y factoriales</li> </ul>	<p>La presentación debe incluir las principales características de cada uno de los tipos de diseños experimentales, la información debe ser sustentada de fuentes confiables y actualizadas. Además debe mostrar dominio y conocimiento de lo expuesto</p> <p>La participación en la mesa redonda debe ser desde el uso de información obtenida de fuentes confiables y actualizadas. Se debe identificar la importancia del correcto diseño de experimentos y los errores a evitarse en la interpretación de resultados</p> <p>Los ejercicios deben ser resueltos de manera correcta, utilizando los fundamentos de los diseños de experimentos</p>
<b>Productos</b>	<p>Cuadro integrador de los principales tipos de diseños de experimentos con las características de cada uno de ellos</p> <p>Resumen de los factores a considerar al momento de establecer el diseño de experimentos y los principales errores a evitar</p> <p>Ejercicios resueltos relacionados diseño de experimentos</p>	<p>Cuadro integrador:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Incluye investigación documental de los tipos de diseño de experimentos</li> <li>Sin faltas de ortografía.</li> <li>Incluye por lo menos tres referencias bibliográficas</li> <li>Entregado en tiempo y forma.</li> </ul> <p>Resumen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Muestra las ideas principales y comprensión del tema.</li> <li>Presenta un orden lógico de las ideas.</li> <li>Incluye los principales factores que determinan el tipo de diseño de experimentos a aplicar</li> <li>Sin faltas de ortografía.</li> <li>Incluye por lo menos tres referencias bibliográficas.</li> <li>Entregado en tiempo y forma</li> </ul> <p>Ejercicios Resueltos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Solución asertiva de manera individual de los ejercicios de diseño de experimentos propuestos por el maestro.</li> </ul>
<b>Conocimientos</b>	<p>Tipos de diseños de experimentos y factoriales</p> <p>Criterios de selección del diseño de experimento adecuado</p> <p>Aplicación del diseño de experimento para la obtención de información válida y confiable</p> <p style="text-align: center;">Propiedad Intelectual del Instituto Tecnológico de Sonora (registro ante indautor en trámite). Modelo curricular 2016</p>	



<b>Unidad de Competencia IV</b>	<b>Elementos de Competencia</b>	<b>Requerimientos de información</b>
<p>Aplicar los métodos de superficie de respuesta y enfoques de optimización de procesos en el diseño de experimento de problemas e investigación mediante métodos estadísticos responsabilidad, honestidad y sustentabilidad científica.</p>	<p>Identificar las principales aplicaciones de los métodos de superficie de respuesta en el diseño de experimentos en la investigación y en el análisis de variables de procesos de Ingeniería Química, apoyadas en el uso del software.</p> <p>Utilizar modelos de factores aleatorios en el diseño y análisis de experimentos factoriales mediante el estudio de capacidad o aptitud de un sistema de mediciones de las variables para la toma de decisiones.</p> <p>Analizar los diferentes diseños anidados y en parcelas subdivididas mediante el estudio de variables experimentales, identificando su correcta aplicación.</p>	<p><b>Métodos de Superficie de respuesta y otros enfoques para la optimización de procesos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Introducción a la metodología de superficie de respuesta</li> <li>○ Método de ascenso más pronunciado</li> <li>○ Análisis de superficie de respuesta.</li> <li>○ Diseño de experimentos para ajustar superficies de respuesta</li> </ul> <p><b>Experimentos con factores aleatorios</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Modelo de efectos aleatorios</li> <li>○ Diseño factorial de dos factores aleatorios</li> <li>○ Reglas para los cuadrados medios esperados</li> </ul> <p><b>Diseños anidados y en parcelas subdivididas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Diseño anidado de dos etapas</li> <li>○ Diseño anidado de m etapas</li> <li>○ Diseño con factores anidados y factoriales</li> <li>- Diseño de parcelas subdivididas.</li> </ul>



Criterios de Evaluación	
Evidencias	Criterios
<p><b>Desempeños</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Exponer los fundamentos y aplicaciones de los modelos de superficie de respuesta, factores aleatorios y diseños anidados en un proyecto de investigación.</li> <li>Resolución de ejercicios en clase aplicando los modelos de superficie de respuesta, factores aleatorios y diseños anidados auxiliados con el uso de software.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La presentación debe incluir los fundamentos matemáticos sustentados en fuentes confiables y actualizadas de cada una de las metodologías aplicadas de los modelos de superficie de respuesta, factores aleatorios y diseños anidados. Además, debe mostrar dominio y conocimiento de lo expuesto.</li> <li>Los ejercicios deben resueltos de manera sistematiza utilizando la metodología correspondiente de los modelos de superficie de respuesta, factores aleatorios y diseños anidados</li> </ul>
<p><b>Productos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Problemas resueltos utilizando</i> los modelos de superficie de respuesta, factores aleatorios y diseños anidados auxiliados con el uso de software.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solución asertiva de manera individual de los ejercicios de diseño de experimentos propuestos por el maestro.</li> </ul>
<p><b>Conocimientos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelos de superficie de respuesta</li> <li>Factores aleatorios</li> <li>Diseños anidados</li> </ul>	



**Evaluación del curso.** En el enfoque por competencias la evaluación se realiza por evidencias y sus criterios de evaluación, los cuales ya están en este programa, en esta sección se expresa las ponderaciones que esa evaluación se le asignan con motivo de emitir la nota de calificación necesaria para el sistema escolar de la Institución.

**Ponderaciones para calificación final del curso:**

- **Unidad I :** 25% \_\_\_\_\_
- **Unidad II:** 25% \_\_\_\_\_
- **Unidad III:** 25% \_\_\_\_\_
- **Unidad IV:** 25% \_\_\_\_\_

**100% (cumplimiento total de criterios)**

<b>Bibliografía Básica</b>				
<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Edición</b>	<b>Editorial</b>	<b>ISBN</b>
Montgomery, D. C.	Diseño y análisis de experimentos	2	LIMUSA WILEY.	
Casella, G.	Statistical Design	1	Springer Science & Business Media.	

<b>Bibliografía de Consulta</b>				
<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Edición</b>	<b>Editorial</b>	<b>ISBN</b>
Dean, A., Voss, D., & Draguljić, D.	Design and analysis of experiments	1	Springer.	
Siegmund B.	Statistical and Computational Methods for Scientists and Engineers	4	Springer	
Hardle W. K. y Simar L.	Applied Multivariate Statistical Analysis.	4	Springer	
Harrell F. E.	Regression Modeling Strategies. With Applications to Linear Models, Logistic and Ordinal Regression, and Survival Analysis	2	Springer	
Heiberger R M. and Holland. B.	Statistical Analysis and Data Display An Intermediate Course with Examples in R	2	Springer	



Heumann C. and Schomaker S.	Introduction to Statistics and Data Analysis	1	Springer	
-----------------------------	--	---	----------	--

**Bibliografía de Bases de Datos Electrónicas**

<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Edición</b>	<b>Editorial</b>	<b>ISBN</b>
Castaño, E., & Domínguez, J	Diseño de Experimentos Estrategias y análisis en ciencias e ingeniería	1	Universidad Autónoma de Querétaro	
<b>URL:</b> <a href="http://sib2.itson.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=77404&amp;query_desc=ti%2Cwrdl%3A%20dise%C3%B1o%20de%20experimentos">http://sib2.itson.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=77404&amp;query_desc=ti%2Cwrdl%3A%20dise%C3%B1o%20de%20experimentos</a>				