

USO DE SOFTWARE MATEMÁTICO PARA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE UN DISEÑO EXPERIMENTAL

Carlos Oropeza Ugalde

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la UNAM, México

carlos.oropeza2196@gmail.com

Resumen. El presente trabajo busca describir una perspectiva de experiencia en el aula con el uso de las herramientas tecnológicas para la solución de problemas relacionados con el diseño experimental. El objetivo principal es atender la parte del análisis estadístico. Es reconocido que en actividades de investigación experimental un punto determinante es considerar a una muestra probabilística para su análisis y probar las hipótesis planteadas. Dentro del desarrollo se pretende dar a conocer el manejo del software Statgraphics para diseñar y analizar un experimento considerando el análisis de varianza, comparación de medias, prueba de normalidad, aleatoriedad de datos y homogeneidad.

Palabras claves: Diseño de experimentos, análisis estadístico, análisis de varianza, hipótesis, variables.

Introducción

En muchas investigaciones en las que se ha aplicado el análisis estadístico, los resultados han sido satisfactorios, debido a que estas herramientas han permitido manejar los datos de una manera ordenada y sistemática. Anteriormente el procesamiento de la información obtenida en los diferentes experimentos se realizaban en forma manual, lo que resultaba muy complicado y además existía el riesgo de que hubiera errores, lo que afectaba de manera directa a la interpretación de los resultados. Debido al gran avance tecnológico en las herramientas computacionales, han evolucionado y surgido paquetes estadísticos que realizan todo tipo de cálculos y que han permitido tener un mejor control de ellos así como el ahorro del recurso del tiempo (Jurado, 2012, p.1). Cabe resaltar que el diseño de experimentos (DOE) es una técnica que consiste en desarrollar una serie de experimentos en los que se inducen cambios deliberados en las variables de un proceso, de manera que es posible identificar los cambios que se tienen en la respuesta de salida (Montgomery, 2004). Con esta técnica se puede conseguir, por ejemplo, mejorar el rendimiento de un proceso y reducir su variabilidad o los costos de producción. Su aplicación en la industria comprende campos como la Química, la Mecánica, los materiales, la Ingeniería Industrial o la Electrónica (Ilzarbe, Tanco, Viles & Álvarez, 2007, p.128). Una de las estrategias que se proponen en el presente trabajo es el de introducir a los estudiantes al campo de las herramientas computacionales y el uso del software matemático, en consecuencia se plantea que los alumnos empiecen a desarrollar habilidades con los recursos tecnológicos y no solo a resolver modelos matemáticos. Para el Consejo Estadounidense de Profesores de Matemáticas (NTCM, 2008) todas las escuelas y los programas de matemáticas deberían proporcionar a los estudiantes y profesores el acceso a la tecnología educativa, incluyendo calculadoras, computadoras con software matemático, conectividad e internet, dispositivos portátiles de recolección de datos.

Desarrollo de la propuesta

De manera general el diseño experimental de los problemas tiene la siguiente estructura:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = La medición correspondiente al tratamiento i y al bloque j

μ = es la media global poblacional; τ_i = es el efecto debido al tratamiento i

β_j = es el efecto debido al bloque j ; e_{ij} = es el error aleatorio atribuible a la medición de Y_{ij}

La hipótesis por probar es la misma que se empleó para los diseños comparativos:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \dots = \mu_k$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j, \text{ para algún } i \neq j$$

La afirmación por probar es que la respuesta media poblacional lograda con cada tratamiento es la misma para los k tratamientos y que, por lo tanto, cada respuesta media es igual a la media global poblacional. De manera alterna, es posible afirmar que todos los efectos de tratamiento sobre la variable de respuesta son nulos. A continuación se muestra un ejemplo de un diseño experimental como se ve en la **Figura 1**.

PROBLEMA 4.1					
Un químico quiere probar el efecto de cuatro agentes químicos sobre la resistencia de un tipo particular de tela. Debido a que podría haber variabilidad de un rollo de tela a otro, el químico decide usar un diseño de bloques aleatorizados, con los rollos de tela considerados como bloques. Selecciona cinco rollos y aplica los cuatro agentes químicos de manera aleatoria a cada rollo. A continuación, se presentan las resistencias a la tensión resultantes. Analizar los datos de este experimento (utilizar $\alpha=0.05$) y sacar las conclusiones apropiadas.					
Agente químico	Rollo				
	1	2	3	4	5
1	73	68	74	71	67
2	73	67	75	72	70
3	75	68	78	73	68
4	73	71	75	75	69

Figura 1. Ejemplo del diseño de un experimento. Fuente propia.

Para este problema en específico se tiene que identificar las variables a evaluar:

Y_{ij} = Resistencia

μ = es la media global poblacional; τ_i = es el efecto del agente químico

β_j = es el efecto del número de rollo ; e_{ij} = es el error aleatorio atribuible a la medición de Y_{ij}

Posteriormente se tiene que realizar el análisis de varianza para probar la hipótesis planteada y ver si la media poblacional es la misma para cada tratamiento, como se muestra en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Análisis de Varianza para Colonias Bacterias - Suma de Cuadrados Tipo III.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Solución de Lav	703.5	2	351.75	40.72	0.0003
B:Día	1106.92	3	368.972	42.71	0.0002
RESIDUOS	51.8333	6	8.63889		
TOTAL (CORREGIDO)	1862.25	11			

Fuente: Elaboración propia.

Después se verifican los supuestos del modelo con la prueba de Kolmogorov-Smirnov, para ver si el modelo tiene una distribución Normal. Por otra parte, el gráfico de los residuos permite probar la aleatoriedad e independencia de los datos obtenidos, como se muestra en la **Figura 2**.

Gráfico de Residuos para Colonias Bacterias

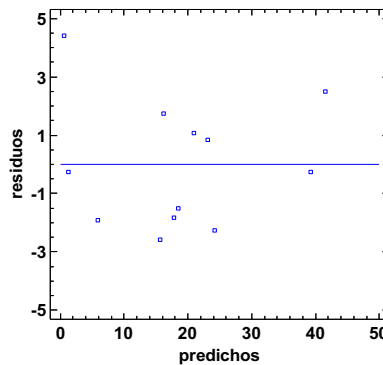


Figura 2. Gráfico de los residuos del problema. Fuente propia.

Por último, para probar la homogeneidad de la variabilidad se deberá realizar la siguiente prueba de hipótesis empleando la verificación de varianza. Por cuestiones de espacio, no fue posible incluir otros gráficos que muestran la prueba de normalidad entre otros resultados.

Referencias bibliográficas

Ilzarbe, L., Tanco, M., Viles, E. & Álvarez M. J. (2007). El diseño de experimentos como herramienta para la mejora de los procesos. Aplicación de la metodología al caso de una catapulta. *Tecnura*, vol. 10, núm. 20. Recuperado el 19 de Octubre de 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/2570/257021012011.pdf>.

Jurado, M.J. (2012). Elaboración de un paquete estadístico de diseño experimental en la facultad de ingeniería en ciencias agropecuarias y ambientales. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica del Norte.

Montgomery, D. (2004). *Diseño y Análisis de Experimentos*. New York: Limusa Willey.

NTCM. (2008). NATIONAL COUNCIL OF TEACHER OF MATHEMATICS.