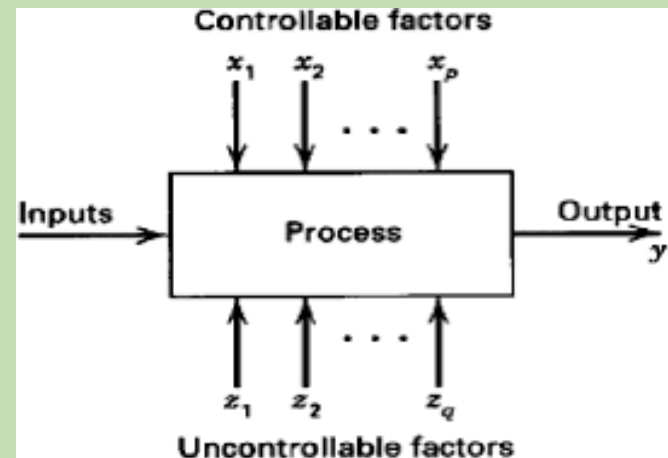


Diseño de experimentos

Conceptos básicos

Maria Teresa Villalobos Aguayo
Miluska Osorio

Un **experimento diseñado** es una prueba o serie de pruebas en las cuales se inducen cambios deliberados en las variables de entrada de un proceso o sistema, de manera que sea posible **observar e identificar las causas de los cambios** en la respuesta de salida.



Montgomery, pag. 2, 2001

El diseño estadístico de experimentos **se refiere al proceso de planear el experimento** de tal forma que se recaben datos adecuados que puedan analizarse con métodos estadísticos que llevarán a **conclusiones validas y objetivas**.

Diseño y análisis de experimentos (Montgomery, 2001)



Caso 1: Entrenamiento para empleados nuevos

El director de una compañía está tratando de evaluar tres diferentes métodos de entrenamiento para empleados nuevos.

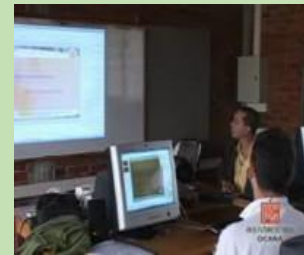
Método 1: Asignar un empleado nuevo con un trabajador experimentado.



Método 2: Ubicar a todos los empleados nuevos en un salón de entrenamiento separado de la fábrica.



Método 3: Utilizar películas de entrenamiento y materiales de aprendizaje programado.



Variable respuesta: Producción diaria después del entrenamiento



¿Los tres métodos serán igualmente efectivos?

¿Alguno de los métodos será más efectivo que otro?

Caso 2: Batería de teléfono móvil

A nuestro teléfono móvil se le descarga la batería muy rápido, y queremos que la batería dure lo máximo posible sin perder mucha funcionalidad. Nosotros sabemos que los factores que más afectan a la duración de la batería son los siguientes:

Factor A: Tener el WIFI activado.

Factor B: Tener la pantalla encendida con el brillo alto.

Factor C: Hacer muchas llamadas.

Factor D: Usar el modo “power safe” de ahorro de batería.

Factor E: Ponerle al teléfono una batería de mayor capacidad.

Variable de Salida:
Duración de la batería

Intuitivamente sabemos que si Factor A=0, Factor B=0, Factor C=0, Factor D=1, Factor E=1. (Donde 0=Desactivado y 1=Activado), tendríamos mayor duración de la batería.

Pero si se tienen los siguientes cuestionamientos:

¿cuánto duraría si sólo hago muchas llamadas (C=1)? (Predicciones)

¿Tiene más efecto tener el WIFI activado (A=1) o hacer muchas llamadas (C=1)?

¿I si se tiene las dos cosas a la vez (A=1, C=1) , será que se potencializará aún más el gasto de la batería?

...

Conceptos básicos

- 1. Unidad experimental:** son los objetos, individuos, intervalos de espacio o tiempo sobre los que se experimenta.
- 2. Variable de interés o respuesta:** es la variable que se desea estudiar y controlar su variabilidad.
- 3. Factor:** son las variables independientes que pueden influir en la variabilidad de la variable de interés. Ejemplos:
 - a. Factor tratamiento:** es un factor del que interesa conocer su influencia en la respuesta.
 - b. Factor bloque:** es un factor en el que no se está interesado en conocer su influencia en la respuesta pero se supone que ésta existe y **se puede controlar** (“bloquear”) para disminuir la variabilidad residual.

- 4. Niveles de un factor:** cada uno de los resultados de un factor. Según sean elegidos por el experimentador o elegidos al azar de una amplia población se denominan factores de efectos fijos o factores de efectos aleatorios.
- 5. Tratamiento:** es una combinación específica de los niveles de los factores en estudio. Son, por tanto, las condiciones experimentales que se desean comparar en el experimento. En un diseño con un único factor son los distintos niveles del factor y en un diseño con varios factores son las distintas combinaciones de niveles de los factores.
- 6. Observación experimental:** es cada medición de la variable respuesta.
- 7. Tamaño del Experimento:** es el número total de observaciones experimentales recogidas en el diseño.

- 8. Diseño equilibrado o balanceado:** es el diseño en el que todos los tratamientos son asignados a un número igual de unidades experimentales.
- 9. Interacción de factores:** existe interacción entre dos factores FI y FJ si el efecto de algún nivel de FI cambia al cambiar de nivel en FJ. Esta definición puede hacerse de forma simétrica y se puede generalizar a interacciones de orden tres o superior. (Se da cuando hay factores correlacionados)

Ejemplo 1: Diseños web

Diseño de experimento para analizar la experiencia del usuario en 4 páginas web.

		Grupos o tratamientos			
Bloques		Web Diseño 1	Web Diseño 2	Web Diseño 3	Web Diseño 4
	Jurado 1	10	9	7	9
	Jurado 2	8	8	7	8
	Jurado 3	6	5	4	6
	Jurado 4	8	6	5	7
	Jurado 5	5	6	3	4

Unidad experimental: Una página web.

Variable de interés: Calificación de los jueces sobre la experiencia del usuario.

Factor tratamientos: Diseños de la pagina web. (Fuente de variación 1)

Factor Bloque: Jueces. (Fuente de variación 2)

Ejemplo 2: palabras por minuto

Diseño de experimento para analizar el número de palabras por minuto al usar un teclado iPhone y Galaxy en 3 posturas diferentes.

T i p o				
	Galaxy	24	19	11
		24	21	12
		24	21	13
		24	21	14
	iPhone	20	23	18
		21	23	18
		21	23	19
		22	24	20

Unidad experimental: Una persona utilizando un celular.

Variable de interés: Palabras por minuto que una persona pueden escribir con el teclado.

Factor tratamientos: Marca del celular.

Ejemplo 3: palabras por minuto

Diseño de experimento para analizar el número de palabras por minuto al usar un teclado iPhone y Galaxy en 3 posturas diferentes.

		Postura		
		Sentado	Parado	Caminando
T i p o	Galaxy	24	19	11
		24	21	12
		24	21	13
		24	21	14
	iPhone	20	23	18
		21	23	18
		21	23	19
		22	24	20

Diseño balanceado

Con interacción

Unidad experimental: Una persona utilizando un celular.

Variable de interés: Palabras por minuto que una persona pueden escribir con el teclado.

Factores:

Factor 1: Tipo de celular

Factor 2: Postura.

Niveles del Factor 1: Galaxy, iPhone

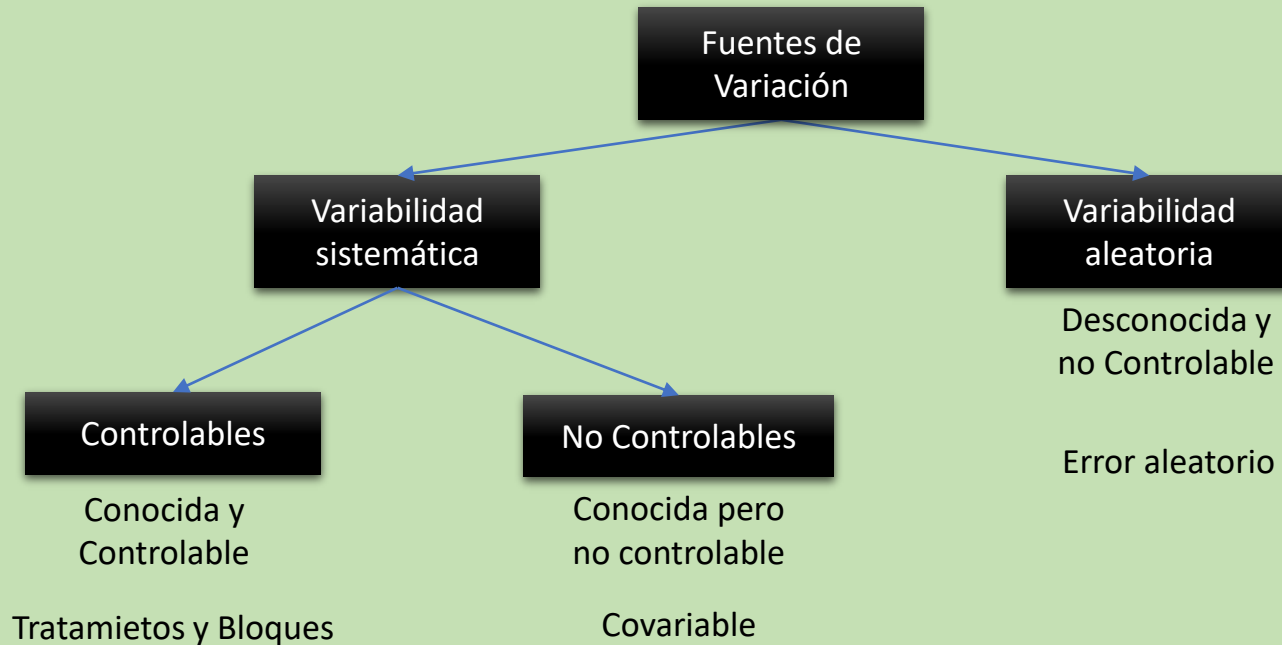
Niveles del Factor 2: Sentado, Parado, Caminando

Observación experimental: 24, 19, etc.

Tamaño del experimento: $n = 2 \times 3 \times 4 = 24$

Consideraciones en el Diseño de Experimentos

En un diseño de experimentos, se debe controlar la variabilidad de un proceso aleatorio que puede tener diferente origen.



Principios de los diseños de experimentos

1. Aleatorización:

Asignar individuos al azar a grupos o a grupos distintos en un experimento ayuda a tener una comparación justa entre los grupos o niveles de tratamiento. Asegura que se obtenga estimados **válidos** e **insesgado** del error experimental.

2. Repetición:

Nos ayuda a reducir la incertidumbre en la estimación de parámetros. La repetición o réplicas estadísticas ayudan a tener una **mejor precisión de las estimaciones**.

3. Control del error:

■ Bloqueo:

Esta es una técnica en donde se incluye variables que no son de principal interés y que tiene una clara influencia en la respuesta.

■ Covariables:

Si existe alguna variable que no se haya podido controlar pero se haya podido medir. Esta fuente de variación debe ser considerada en el modelo.

Tipos de Factores

Tipos de Factores:

Factor de efectos fijos

Los niveles han sido seleccionados por el experimentador.

Es apropiado cuando el interés se centra en comparar el efecto sobre la respuesta de esos niveles específicos.

Ejemplo: un empresario está interesado en comparar el rendimiento de tres máquinas del mismo tipo que tiene en su empresa.

Factor de efectos aleatorios

Sólo se incluyen en el experimento una muestra aleatoria simple de todos los posibles niveles del mismo.

Se utilizan estos factores cuando se tiene un número muy grande de niveles y no es razonable o posible trabajar con todos ellos.

En este caso se está interesado en examinar la variabilidad de la respuesta debida a la población entera de niveles del factor.

Ejemplo: una cadena de hipermercados que tiene en plantilla 300 trabajadores de caja está interesada en estudiar la influencia del factor trabajador en la variable tiempo en el cobro a un cliente.

Tipos de Factores y Modelos de Diseño de Experimentos

