

# TEMA 2

## DISEÑOS EXPERIMENTALES

Probabilidad y Estadística  
Departamento de Matemática y Estadística  
Ingeniería Industrial  
FCA-UNNE



# Referencias bibliográficas

Diseños y Análisis de experimentos. Douglas Montgomery. Segunda Edición Limusa Wiley.2004

Probabilidad y Estadística Básica para Ingenieros. 2007. ISBN 978-9942-922-02-1. Instituto de Ciencias Matemáticas. Guayaquil. Ecuador.

Probabilidad y Estadística. 1993. Walpole, R.E. y R. H. Myers.. 3ra Ed. Mc Graw Hill. México.



## **Tema 2: Experimentación Industrial**

Material experimental. Heterogeneidad. Tratamientos. Aleatorización. Repeticiones. Tamaño de las unidades experimentales. Diseños experimentales. Clasificación. Inferencia.



# DISEÑOS EXPERIMENTALES

Búsqueda planeada para obtener nuevos conocimientos o confirmar o no resultados de experimentos previos de manera tal de obtener la máxima información con el menor costo de recursos.

*El secreto está en la comparación.*

*Grupo tratamiento versus grupo control.*



# EXPERIMENTACIÓN

El investigador interviene activamente sobre las unidades modificando algún factor, para luego observar las respuestas.

El objetivo de la experimentación es obtener información de calidad y confiable.

Obtener la máxima información con el menor costo de recursos.

En el sector industrial el diseño de experimentos se aplica generalmente en dos áreas:

- a) el diseño,
- b) la mejora de procesos y productos.

Se busca describir algo acerca de un proceso o sistema en particular

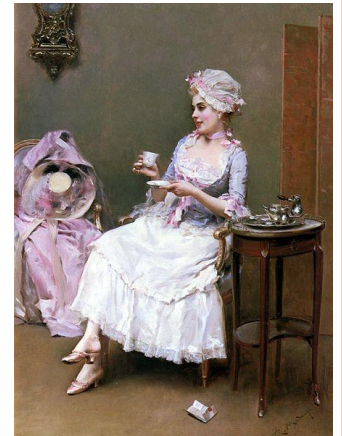




Ronald A. Fisher (1890-1962) Matemático, estadístico, biólogo evolutivo y genetista inglés. Estableció los cimientos de la estadística moderna. *Statistical Methods for Research Workers* (1925), *The Genetical Theory of Natural Selection* (1930), *The design of experiments* (1935), *Statistical tables* (1947).

En una reunión de académicos con sus esposas, en Cambridge, una señora afirmaba que “Al preparar un té con leche fría, el sabor no es el mismo al verter el té sobre la leche que la leche sobre el té.

Fisher propuso presentarle varias tazas de té, algunas preparadas con el té vertido sobre la leche y otras con la leche vertida sobre el té y que la dama distinga únicamente por su sabor.



Al diseñar el experimento se trata de evitar los aciertos por casualidad. Si se le presenta una única taza y, simplemente adivina, su chance de acertar es 1 en 2.



En ingeniería, la experimentación desempeña un papel importante en el diseño de productos nuevos, el desarrollo y de procesos de manufactura y el mejoramiento. El objetivo en muchos casos sería desarrollar un proceso robusto, es decir, un proceso que sea afectado en forma mínima por fuentes de variabilidad externas.

Ejemplo:

Un ingeniero metalúrgico tiene interés en estudiar el efecto de dos procesos diferentes de endurecimiento, el templado en aceite y el templado en agua salada sobre una aleación de aluminio. El objetivo del experimentador es determinar cuál de las 2 soluciones de templado produce la dureza máxima para esta aleación particular.



# Elementos de Experimentación

- **Material Experimental**
- **Unidad Experimental**
- **Tratamientos - Factores**
- **Variables**





# UNIDAD EXPERIMENTAL

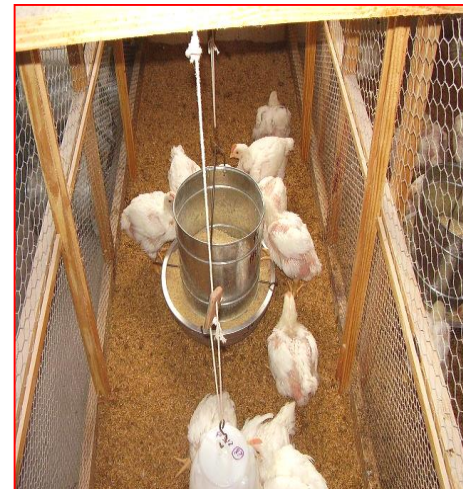


Es la unidad capaz de recibir un tratamiento



# TRATAMIENTOS

Procedimientos o materiales  
cuyos efectos se desean medir  
y comparar



# TRATAMIENTO CONTROL O TESTIGO

El Control es cualquier tratamiento contra el cual se comparan los otros tratamientos.

El puede ser un tratamiento “no tratado” (sin imposición de una variable experimental) o un procedimiento básico comparado con otros tratamientos que consiste en la base + un agregado.



## La unidad o sujeto placebo

Uno de los experimentos de salud más famosos, las pruebas de campo en 1954 de la vacuna Salk contra la poliomielitis, usó controles placebo o inocuos en cerca de la mitad de las áreas de prueba en Estados Unidos.

El placebo se preparó con una apariencia igual a la de la vacuna, pero sin la actividad antigénica. Los sujetos placebo se inocularon de la misma forma que los sujetos que recibieron la vacuna (Tanur et al., 1978).





# Variables

- Cualitativas: procedencia, raza, sexo, color
- Cuantitativas
  - Discretas: número de defectos.
  - Contínuas: peso, altura, consumo de alimento (kg).

Alumno	Lengua	Matemática	Ciencias Naturales	Certificado de Vacunas
Cortez María	8,25	6,12	9,51	Si
García Lobos, Federico	6,59	9,06	8,47	Si
Gordon, Susana	9,07	7,39	9,72	Si
Medignone, Horacio	7,55	6,42	8,64	No
Vázquez, Florencia	6,25	9,63	7,59	Si

# PRINCIPIOS BÁSICOS DEL DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Aleatorización,

Repetición y

Control local



## ALEATORIZACIÓN

- La aleatorización es una de las características del diseño experimental. Es el proceso aleatorio por el cual se asignan los tratamientos a las unidades experimentales o viceversa.
- Lo que busca es no favorecer a ningún tratamiento en particular.
- La función de aleatorización consiste en asegurarse de obtener un estimativo válido o insesgado del error experimental.

**Sorteo**



# Repeticiones

Cuando un tratamiento aparece mas de una vez en un experimento se dice que está repetido.

El error experimental es una medida de la variación existente entre observaciones tratadas en forma similar.





# ¿PORQUÉ SON NECESARIAS LAS REPETICIONES?

- Permiten la estimación del error experimental.
- Mejoran la precisión del experimento.
- Aumentan el alcance de la inferencia.



# PSEUDOREPETICIONES

- En casos donde los datos experimentales provienen de situaciones donde cada tratamiento no está repetido o las repeticiones no son estadísticamente independientes, estamos ante una pseudorepetición.

El sorteo tiene que realizarse de los tratamientos y las repeticiones, porque la repetición nos sirve para probar los tratamientos varias veces en distintas situaciones. Las pseudo-repeticiones generalmente subestiman el verdadero error.



# Etapas

1. objetivos específicos del experimento
2. identificación de los factores que influyen y cuáles de ellos varían y cuáles permanecen constantes
3. características a medir procedimientos particulares para realizar las pruebas o medir las características
4. número de repeticiones del experimento recursos y materiales disponibles.



# DISEÑOS EXPERIMENTALES

## Experimentos de un factor

- Diseño Completamente Aleatorizado

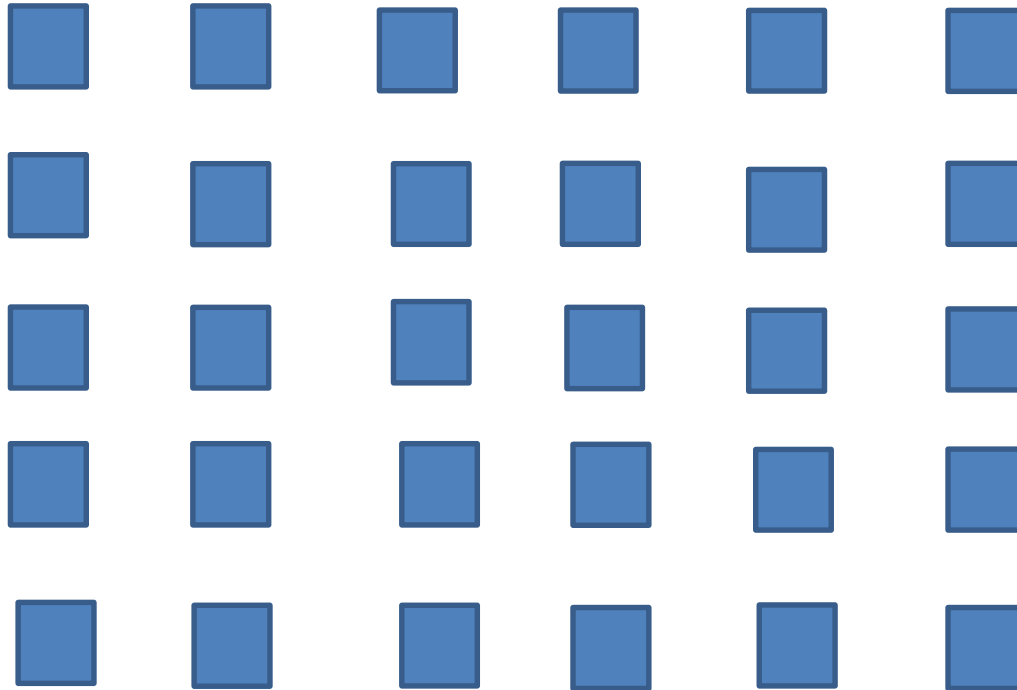
## Experimentos de más de un factor

- Diseño en Bloques Completos al Azar
- Diseño en Cuadrado Latino

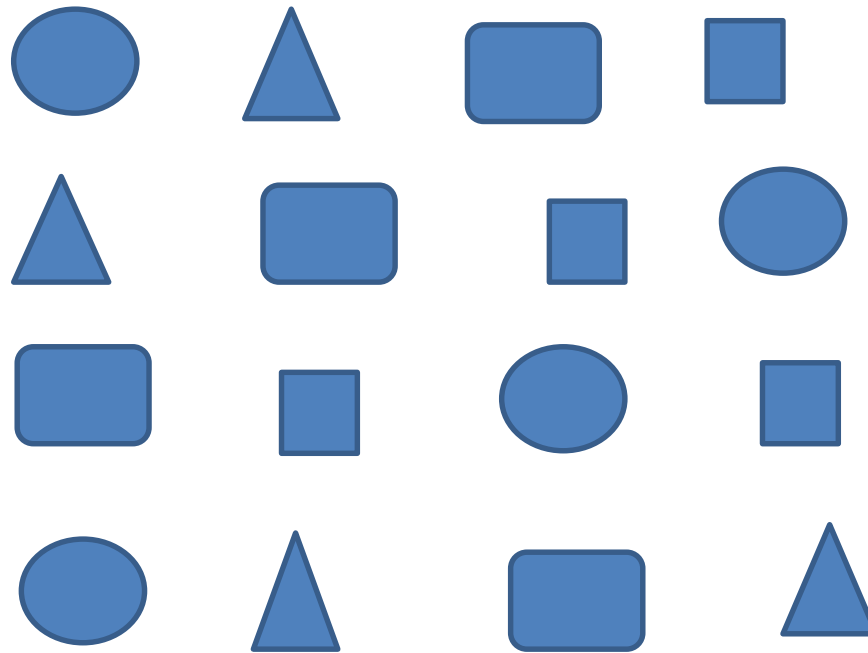


# Diseño Completamente Aleatorizado

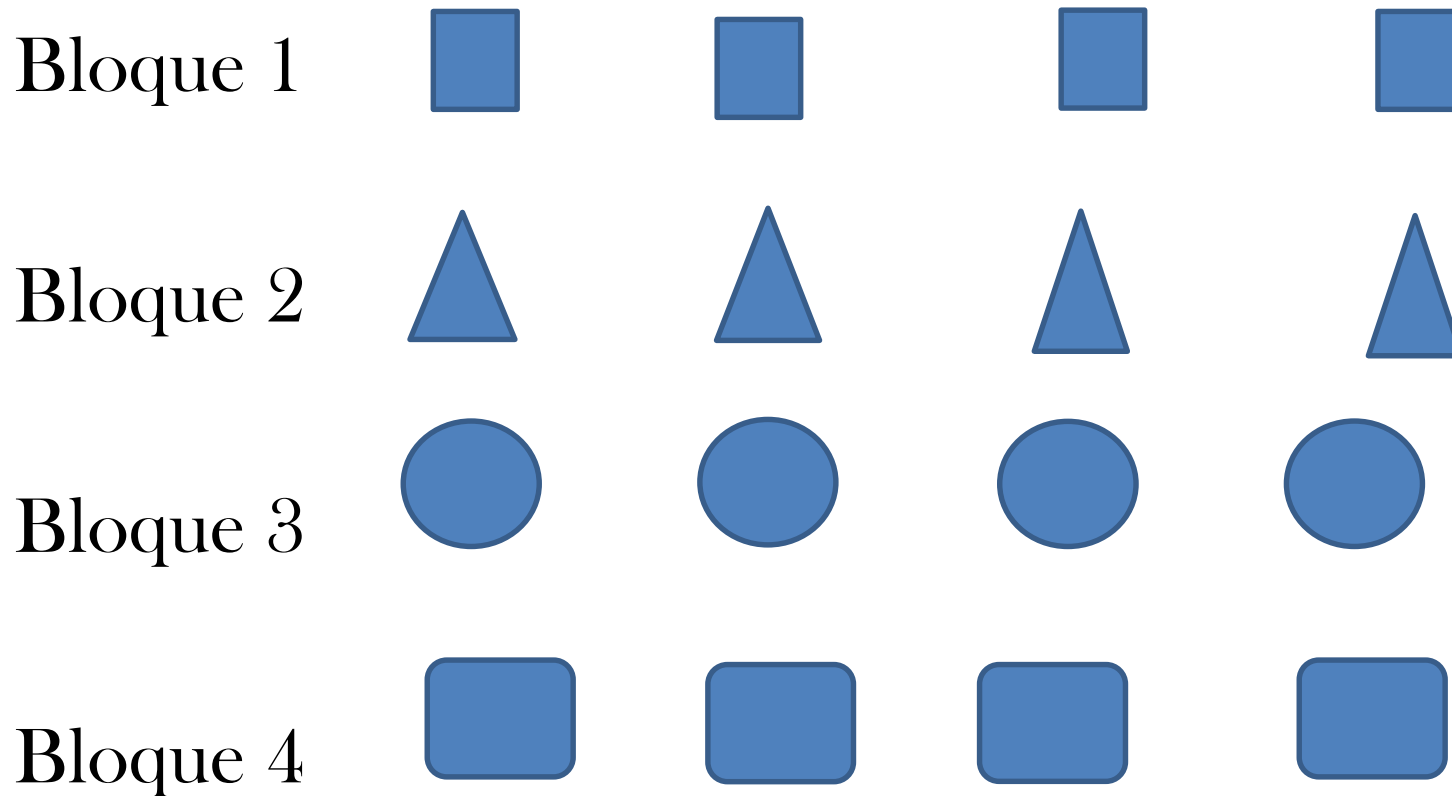
Se utiliza cuando las unidades experimentales son homogéneas



Cuando las unidades experimentales no son homogéneas.



Se deben agrupar en bloques



Diseño en Bloques Completos Aleatorizados



Cuando las unidades experimentales tienen 2 fuentes de heterogeneidad.

Se utiliza el Diseño de Cuadrados Latinos





