

# **Subject: Probability and Statistics**

## **Class IX: Diseño de experimentos y otras pruebas estadísticas**



**UdeA**

**Bioengineering**

**Francisco José Campuzano Cardona**

Bioengineerer, MSc in Engineering

## Experimento:

Para entender las relaciones de causa y efecto de un sistema se deben hacer cambios deliberados en las variables de entrada al sistema, para observar qué cambios causan en las salidas del sistema. Esto se refiere a conducir **experimentos** sobre el sistema de interés.

Estos experimentos deben seguir ciertos principios y estrategias que permiten un posterior análisis de los datos válido.

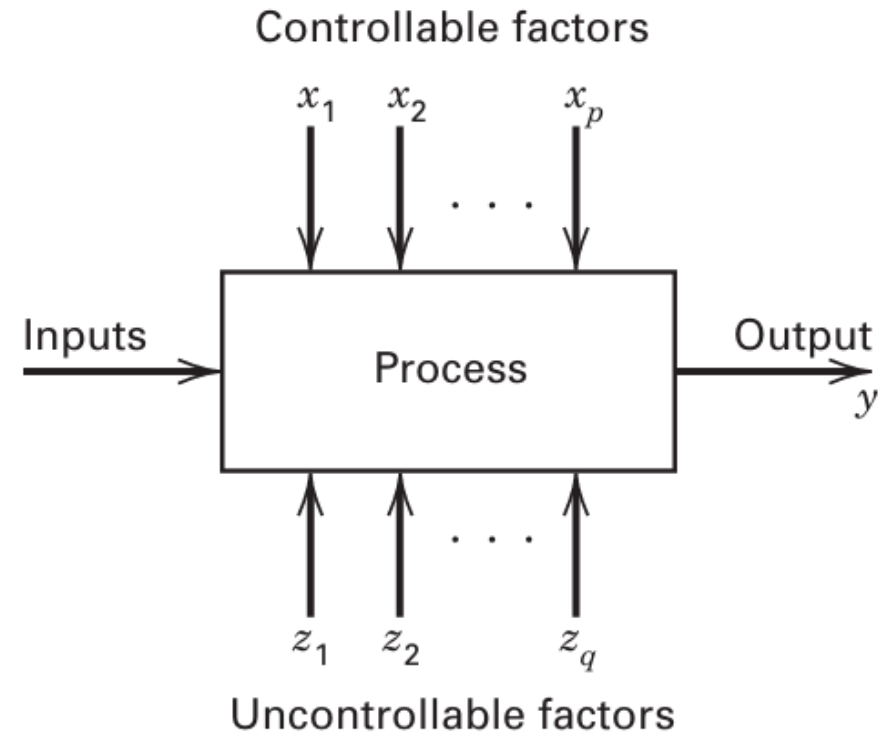
Elementos de un experimento:

**Entradas:** que pueden ser materiales, sujetos, objetos.

**Factores Controlables:** Son las variables independientes, que se espera tengan efecto en las salidas, los factores pueden evaluarse en diferentes niveles.

**Factores no controlables:** son variables independientes, que están de manera inherente en el experimento pero que no conocemos y no controlamos

**Variables respuesta:** Variables dependientes, las que se espera que se vean afectadas por los factores.



El diseño de experimentos sigue tres principios básicos: **Aleatorización, Replicación y bloqueo.**

La aleatorización es la piedra angular del diseño de experimentos. Esto hace referencia a que el material o sujetos experimentales y el orden en que se realizan los experimentos, se seleccionan de forma aleatoria. Esto busca minimizar el efecto de los factores no controlables, y evitar de este modo un sesgo.

**Ejemplo.** Suponga que desea evaluar el efecto de dos apósitos cicatrizantes en la velocidad de cicatrización, para esto se selecciona un grupo de personas y se divide en dos y el criterio que se sigue lleva a tener un grupo con personas predominantemente adultos mayores y el otro grupo con pacientes más jóvenes. Y resulta que los pacientes jóvenes cicatrizan más rápido. Entonces al analizar la variable respuesta se encontrará posiblemente que el apósito que se le asignó a los jóvenes, “aumenta la velocidad de cicatrización”. Habría un sesgo por no aleatorizar.

**Una réplica** consiste en la repetición de un punto experimental desde cero, en exactamente las mismas condiciones. Un punto experimental es una combinación de factores. Generalmente se requieren al menos 3 réplicas, pero pudieran ser 2

En los experimentos es importante hacer **réplicas** de los puntos experimentales, pues como se ha dicho antes, los análisis estadísticos se basan en el supuesto que hay variabilidad. Si solo tenemos una réplica del punto experimental, no podremos determinar si hay diferencia o no respecto de otro punto, ya que no conocemos cual es la variabilidad del punto.

Es importante diferenciar las **replicas** de las **medidas repetidas**. La variable respuesta puede ser una medida que se hace al material o sujeto experimental, si esta medida se toma varias veces al mismo sujeto, no constituyen réplicas, sino medidas repetidas, y la variabilidad de estas medidas da cuenta de la incertidumbre de la técnica de medición, más no de la variabilidad del experimento.

**El bloqueo:** es una técnica que permite mejorar la precisión con que medimos el efecto de los factores de interés, y minimizamos el efecto de los factores no controlados, los cuales pueden ser conocidos y afectar al sistema, pero en principio se puede no estar interesado en conocer su efecto.

El bloqueo consiste entonces en agrupar las corridas experimentales en grupos llamados bloques que son homogéneos, de modo que dentro de cada bloque la variabilidad sea mínima. Dentro de cada bloque sí se aleatorizan los demás factores y niveles.

Ejemplo: suponga que se desea evaluar un fármaco que disminuye la presión arterial, y se sabe que la edad afecta la presión arterial, pero no es el foco de estudio. Entonces se generan bloques entre rangos de edades. Luego dentro de cada bloque se asigna aleatoriamente quien recibe o no el fármaco.

Se relaciona con **el muestreo estratificado**.

Existen muchos diseños, los cuales no podemos revisar en el curso ya que no se trata de un curso de diseño experimental. Pero por mencionar algunos:

**Diseño factorial general:** En este diseño se definen los factores y sus niveles, y se determinan las posibles combinaciones de los diferentes niveles de cada factor. Lo que es la multiplicación del numero de niveles de cada factor. Por ejemplo un experimento con dos factores, en donde el factor 1 tiene 2 niveles y el factor 2 tienes 3, arroja  $3 \times 2 = 6$  puntos experimentales.

## Diseño factorial $2^k$ y $3^k$

Son casos especiales del diseño factorial general. Aquí la base 2 o 3 hace referencia al número de niveles, y  $k$  al número de factores. En estos casos el número de niveles es constante en todos los factores. El valor  $2^k$  o  $3^k$  indican el número de puntos experimentales.

Por ejemplo un experimento con 3 factores, cada uno con 2 niveles es un experimento  $2^3$ , entonces hay 8 puntos experimentales.



## **Diseño de bloques completos aleatorios.**

Es básicamente un diseño factorial anidado con un bloqueo. Se genera el diseño factorial general, y se repite para cada bloque. Recordemos que un bloque se establece para un factor que suponemos puede tener efecto sobre la variable respuesta pero no nos interesa controlar.

Ejemplo: Se van a fabricar injertos vasculares de PVA, se desea conocer el efecto que tiene el # de ciclos de congelamiento y la concentración del PVA. Pero se tiene PVA de dos proveedores diferentes.

**Ejemplo:**

Construir un diseño factorial general para el siguiente experimento. Se desea saber si la concentración de  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NaOH}$ , y el tiempo, tienen efecto sobre el índice de blancura de un material lignocelulósico en un proceso de blanqueamiento.

- Factor 1: Concentración  $\text{H}_2\text{O}_2$ : 10% y 20%
- Factor 2: Concentración de  $\text{NaOH}$ : 1%, 2.4% y 5%
- Factor 3: Tiempo: 1h, 3h, y 5h
- Número de réplicas 3

## Ejercicio:

Construir un diseño  $3^2$  para el siguiente experimento. Se cree que la capacidad de degradación de tubos de PVA puede verse afectado por la concentración del PVA y el número de ciclos de congelamiento que se le haga. Se desea saber si estos factores realmente influyen la capacidad de degradación.

- Factor 1: Concentración de PVA: 7%, 10%, 13%
- Factor 2: Numero de ciclos: 7, 10, 15
- Número de réplicas 5

# Subject: Probability and Statistics



**UdeA**

**Bioengineering**

¡Thanks!

Francisco José Campuzano Cardona

Bioengineering. MSc in Engineering