**DISEÑO DE MEDICIONES REPETIDAS**

**DISEÑO DE MEDICIONES REPETIDAS**

**INTEGRANTES:**

Lucia Dayli Quillatupa Quintana

## Kevin William Cuadros Ramirez

Paulo Cesar Aburto Huaman

#### Mayra Terrel Hidalgo

Dedicado a nuestra familia y al Departamento

Académico de Estadística, así como a todas las

personas que nos han poyado desde el inicio

de nuestra vida universitaria

# Índice

**Introducción**

Este trabajo busca aportar a los conocimientos en la elaboración de un Diseño de mediciones repetidas, resolviendo ejercicios aplicativos y sencillos para una mejor comprensión del tema. La motivación principal del grupo en el desarrollo de este, es el interés por las ventajas del diseño, ya que se requieren menos sujetos que un Diseño completamente aleatorizado consistiendo en una reducción del costo y permitiendo un aumento en la precisión, es decir, la variabilidad del error que se genera se elimina en consecuencia de que cada individuo en el estudio actúa como un bloque dando mayor potencia a la conclusión que se genere según el ejercicio.

Este informe reúne lo esencial para comprender mejor el Diseño de medidas repetidas, incluye ejercicios y soluciones prácticas para cada ejemplo. El lenguaje que se utiliza para mostrar las soluciones es R en un IDE llamado Rstudios. Este programa nos facilita los cálculos atreves de paquetes estadísticos que permiten la realización de las pruebas con un cálculo más exacto de lo que podríamos hacer a manualmente. Una vez terminado todo el informe el receptor estará en la capacidad de dominar los conceptos poder reconocer un diseño con medidas repetidas y poder resolverlos en una interfaz con Rstudios.

El necesario como requisito previo tener conocimientos sobre el Diseño Completamente Aleatorio (DCA), Diseño en Bloques Completamente aleatorizado (DBCA) y el programa computacional R para poder entender mejor los métodos usados en el informe.

El trabajo se desarrolla en 4 partes. La primera parte consta sobre la teoría básica de un diseño de Mediciones Repetidas. La segunda y tercera parte muestran los supuestos y planteamientos de hipótesis correspondiente a lo que se requiere por medio de shapiro, Levene y tukey . En la última parte se presenta las conclusiones y las discusiones como grupo sobre el desarrollo del informe.

En apoyo y sustento de este material se adjuntas los enlaces de la información que sirvieron como referencia para la elaboración del trabajo. Algunos de estos muestran otras técnicas diferentes a las usadas para los cálculos. Este trabajo es un aporte a la comprensión y complementación de los conocimientos de otros alumnos que puedan presentar dificultades para el entendimiento en este tema.

# Elementos del Diseño

**Los tratamientos**

son un conjunto de circunstancias o alternativas que dependen mucho del objetivo de la investigación las cuales se aplican a las unidades experimentales en búsqueda de los resultados de cada uno siendo producto de comparación.

**La unidad experimental**

también llamada parcela experimental es la entidad que, expuesta al tratamiento, es decir, es aquella parte o pedazo de todo el material de estudio que va a experimentar las circunstancias del experimento.

**El factor**

es aquella variable independiente que no esta influencia por el cambio de las demás variables del experimento. En un experimento puede haber uno o más factores.

**Los niveles del factor**

son los valores que toma la variable independiente.

**La variable respuesta**

es aquella que cambia si las otras variables del experimento cambian, en otras palabras, es aquella que está influenciada por la variación de las otras variables o factores.

##### Diseño con medidas repetidas

En un diseño con medidas repetidas se asignan a cada sujeto todas las condiciones de la variable independiente. En consecuencia, la magnitud de las variables perturbadoras es constante para cada sujeto y la variación observada en cada sujeto es explicada por la variación de la variable independiente. El control de las variables perturbadoras es obtenido mediante aleatorización de las unidades de observación, dado que así esperamos que las variables perturbadoras tengan el mismo efecto en todos los grupos. Si los niveles de la variable independiente son consecuencia de la manipulación por el investigador y se cumple la condición de aleatorización, estos diseños son experimentales.

**Ventajas:**

* Una gran ventaja de los estudios resultantes de usar medidas repetidas es que es el único tipo de diseño en el que es posible obtener información sobre posibles patrones de cambio individuales.
* Este diseño también requiere un número menor de sujetos. Por ejemplo, cuando estamos estudiando el efecto de un tratamiento a lo largo del tiempo, se prefiere normalmente usar los mismos sujetos repetidamente antes que usar diferentes sujetos en cada periodo de tiempo.
* Otra ventaja se refiere a que en este tipo de modelos la equivalencia previa de los sujetos sobre los que se toman las medidas no constituye un problema. El uso del procedimiento de medidas repetidas proporciona un control más efectivo de las fuentes de variación extrañas asociadas, por lo general, a las características individuales; es decir, se consigue una reducción de la varianza del error.

**Inconvenientes:**

* El investigador no puede controlar las circunstancias en las que se obtiene la medida por lo que los datos pueden estar no balanceados o parcialmente incompletos.
* Uno de ellos se refiere al orden o secuencia de administración de los tratamientos, los cuales pueden sesgar los resultados.
* los diseños intrasujetos presentan el inconveniente de la violación de algunos de los supuestos habituales de naturaleza estadística. Puesto que se emplean los mismos sujetos para todas las condiciones experimentales es probable que se produzca un efecto sistemático en las respuestas que de lugar a la aparición de correlación o dependencia entre los errores, lo que repercutiría gravemente en los resultados obtenidos ya que el estadístico F no es robusto ante observaciones correlacionadas
* Otro problema es el llamado carry-over effect o efecto residual, se caracteriza por la persistencia de la acción de un tratamiento más allá del período o tiempo de aplicación. Representa la acumulación progresiva tanto de los efectos facilitadores de la respuesta **(efecto de la práctica, aprendizaje, etc.)** como de los efectos obstaculizadores **(como la fatiga mental, cansancio físico, etc.).**

Planteamos un ejemplo sencillo de carry-over para entender mejor que significa:

Si tomamos el tiempo que tomaría una persona sin conocimientos de carpintería en elaborar una silla. Este tiempo será mayor en la primera medida, pero si queremos saber el tiempo que tome en realizar una segunda silla, este tiempo será menor debido a la experimentación con el objeto en la primera medida, ya que debido a si iteración con la silla al inicio posee un conocimiento previo que utilizara para la medida número 2, provocando asi el efecto “carry-over” o llamada también efecto residual.



**Aplicaciones:**

Las medidas repetidas pueden emplearse con diferentes objetivos y funciones. Según Maxwell y Delaney (1990) se resumen en tres: -

1. Evaluación longitudinal del cambio a lo largo del tiempo
2. Evaluación de la actuación de los sujetos bajo diferentes condiciones experimentales en estudios transversales **(investigación observacional que analiza datos de variables recopiladas en un periodo de tiempo concreto sobre una muestra de una población)** cuando se cuenta con muestras reducidas de sujetos.
3. Comparación de las puntuaciones obtenidas por los mismos sujetos en diferentes pruebas psicométricas o similares.

Los diseños de medidas repetidas se han aplicado en casi todas las áreas de investigación de las ciencias sociales y del comportamiento. Por ejemplo, en psicología, medicina, educación, sociología, ciencias políticas, economía y empresa. A continuación, se muestra un caso representativo:

* Los estudiantes de la escuela secundaria deberían ser más capaces de aplicar lo que han estudiado si se les ha enseñado de manera aplicada que si se les ha mandado estudiar de memoria. A un grupo de estudiantes con problemas para aprender se les dio un curso durante 12 días consecutivos sobre cómo mejorar los factores de salud incrementa la longevidad. Para la primera parte de cada día, todos los estudiantes tuvieron clases estructuradas. Para la segunda parte, la mitad de los estudiantes siguieron revisando los contenidos de manera estructurada y utilizando técnicas de aplicación convencionales (ej. Mantener un seguimiento de su dieta). La otra mitad trabajó con ejercicios de simulación con ordenador analizando problemas de salud y cambiándolos para aliviar los problemas. A todos los estudiantes se les examinó un día después de las clases y otra vez 2 semanas 14 más tarde para ver cuánto habían retenido. Los datos fueron analizados con ANOVA de dos vías con medidas repetidas en un factor (Woodward, Carnine & Gersten, 1988)

**Técnicas de análisis**

El cálculo de supuestos es el indicado como primer procedimiento del análisis de diseños en mediciones repetidas, estas aseguran la validez del modelo.

**Normalidad**

El supuesto de normalidad analiza en cuanto difieren las distribuciones de datos observados respeto a los esperado, es decir si proceden de una distribución normal con la misma media y desviación típica, para esto usaremos la prueba de shapiro que permite comprobar si hay o no el supuesto de normalidad.

**Homogeneidad**

En el caso de medidas repetidas, el supuesto de homogeneidad de varianzas es aplicado con la prueba de MAUCHLY. Asumimos que la matriz de covarianza tiene una determinada forma la cual denominamos esfericidad, siendo la simetría compuesta un caso particular de la esferecidad.

El supuesto de simetría compuesta se cumple si y sólo si todas las varianzas son iguales y también lo son las covaianzas.

**Prueba Tukey**

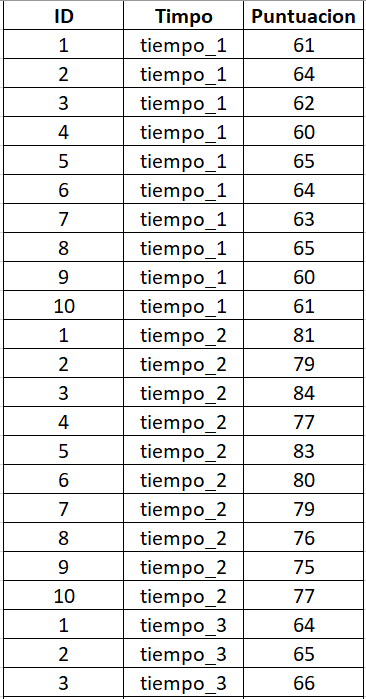
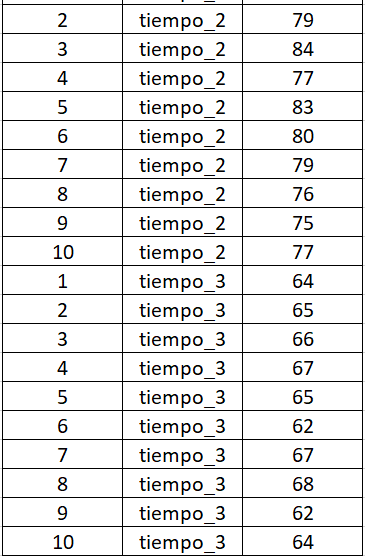
Se usa para observar las diferencias entre los tratamientos de dos o más factores del diseño mediante el cálculo del ANOVA en Rstudios.

**Modelo de análisis medidas repetidas con un factor**

Tomaremos un grupo de sujetos con un solo factor cuyos niveles se aplicarán a todos los sujetos.

Datos

Se desea conocer el efecto del tiempo en las pruebas de los alumnos, para ello se toman los datos de 10 participantes en tres tiempos diferentes, se decide utilizar un DMR, utilizando el mismo grupo de alumnos se proporcionan los siguientes resultados de las notas de los niños.



**Solución:**

**Supuesto de normalidad**

Planteamiento de hipótesis

Conclusion:

Con un nivel de significancia de 0.05, no se rechaza la , entonces los errores tienen distribución normal.

**Supuesto de Esfericidad** (variancias de las diferencias iguales)

Test de Mauchly

Planteamiento de hipótesis

Conclusión:

Con un nivel de significancia de 0.05, existen diferencias significativas entre la puntuación y el tiempo\_1,tiempo\_2,tiempo\_3.

**ANVA**

Planteamiento de hipótesis

Conclusión:

Con un nivel de significancia de 0.05 se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto con al menos uno de los tiempos se tiene una puntuación distinta a las demás.

**PRUEBA DE BONFERRONI**

Planteamiento de hipótesis

Conclusión:

Con un nivel de significación del 0.05 se rechaza la hipótesis nula en el caso tiempo\_2 y timpo\_1 y tiempo\_2 y tiempo\_3, entonces existe diferencia significativa entre los tiempos y la puntuación.

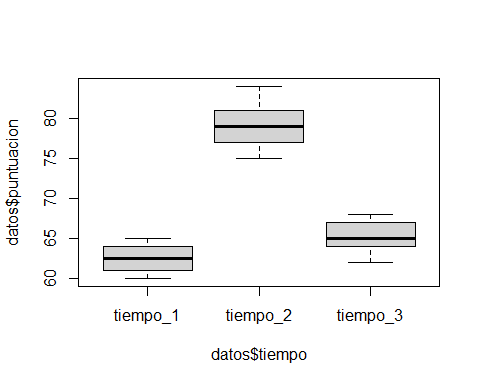
Diseño con mediciones repetidas con un factor en Rstudios:

datos<-read.delim('clipboard')  
datos

## id tiempo puntuacion  
## 1 1 tiempo\_1 61  
## 2 2 tiempo\_1 64  
## 3 3 tiempo\_1 62  
## 4 4 tiempo\_1 60  
## 5 5 tiempo\_1 65  
## 6 6 tiempo\_1 64  
## 7 7 tiempo\_1 63  
## 8 8 tiempo\_1 65  
## 9 9 tiempo\_1 60  
## 10 10 tiempo\_1 61  
## 11 1 tiempo\_2 81  
## 12 2 tiempo\_2 79  
## 13 3 tiempo\_2 84  
## 14 4 tiempo\_2 77  
## 15 5 tiempo\_2 83  
## 16 6 tiempo\_2 80  
## 17 7 tiempo\_2 79  
## 18 8 tiempo\_2 76  
## 19 9 tiempo\_2 75  
## 20 10 tiempo\_2 77  
## 21 1 tiempo\_3 64  
## 22 2 tiempo\_3 65  
## 23 3 tiempo\_3 66  
## 24 4 tiempo\_3 67  
## 25 5 tiempo\_3 65  
## 26 6 tiempo\_3 62  
## 27 7 tiempo\_3 67  
## 28 8 tiempo\_3 68  
## 29 9 tiempo\_3 62  
## 30 10 tiempo\_3 64

names(datos)

## [1] "id" "tiempo" "puntuacion"

time<-as.factor(datos$tiempo)  
id<-as.factor(datos$id)  
punt<-datos$puntuacion

library(psych)  
boxplot(datos$puntuacion~datos$tiempo)

by(datos$puntuacion,datos$tiempo,shapiro.test)

## datos$tiempo: tiempo\_1  
##   
## Shapiro-Wilk normality test  
##   
## data: dd[x, ]  
## W = 0.89764, p-value = 0.2063  
##   
## ------------------------------------------------------------   
## datos$tiempo: tiempo\_2  
##   
## Shapiro-Wilk normality test  
##   
## data: dd[x, ]  
## W = 0.95755, p-value = 0.7576  
##   
## ------------------------------------------------------------   
## datos$tiempo: tiempo\_3  
##   
## Shapiro-Wilk normality test  
##   
## data: dd[x, ]  
## W = 0.93973, p-value = 0.55

library(rstatix)

## Warning: package 'rstatix' was built under R version 4.0.5

##   
## Attaching package: 'rstatix'

## The following object is masked from 'package:stats':  
##   
## filter

esf<- anova\_test(data = datos, dv =puntuacion, wid = id, within = tiempo)  
esf

## ANOVA Table (type III tests)  
##   
## $ANOVA  
## Effect DFn DFd F p p<.05 ges  
## 1 tiempo 2 18 173.162 1.75e-12 \* 0.914  
##   
## $`Mauchly's Test for Sphericity`  
## Effect W p p<.05  
## 1 tiempo 0.823 0.46   
##   
## $`Sphericity Corrections`  
## Effect GGe DF[GG] p[GG] p[GG]<.05 HFe DF[HF] p[HF] p[HF]<.05  
## 1 tiempo 0.85 1.7, 15.3 6.74e-11 \* 1.027 2.05, 18.49 1.75e-12 \*

get\_anova\_table(esf)

## ANOVA Table (type III tests)  
##   
## Effect DFn DFd F p p<.05 ges  
## 1 tiempo 2 18 173.162 1.75e-12 \* 0.914

pairwise.t.test( datos$puntuacion, datos$tiempo,   
 p.adj = "bonferroni")

##   
## Pairwise comparisons using t tests with pooled SD   
##   
## data: datos$puntuacion and datos$tiempo   
##   
## tiempo\_1 tiempo\_2  
## tiempo\_2 1.3e-14 -   
## tiempo\_3 0.077 6.7e-13   
##   
## P value adjustment method: bonferroni