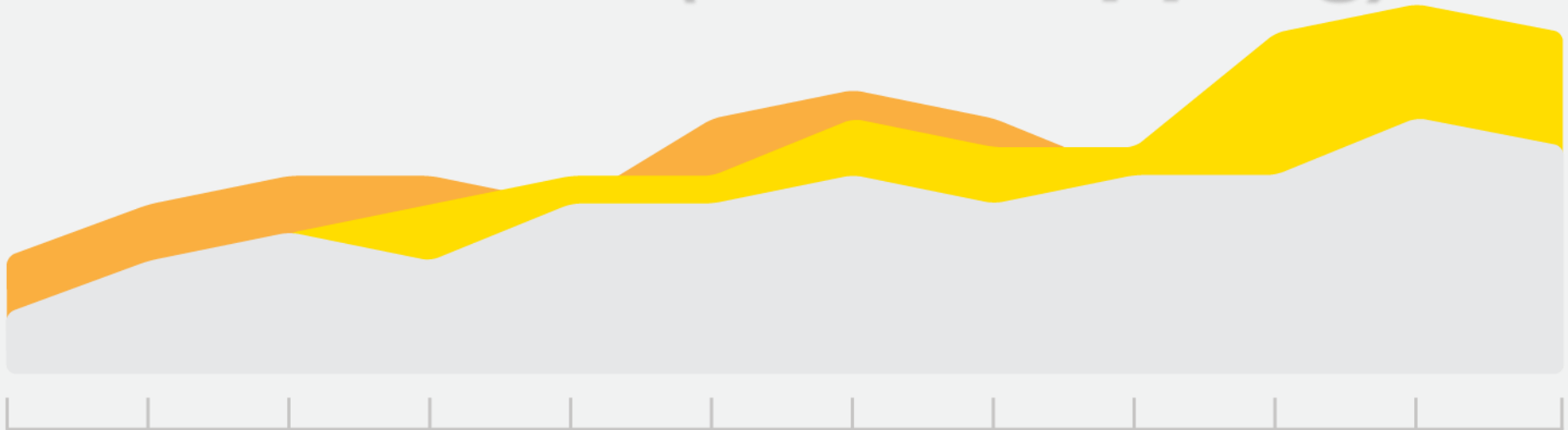


# *Validación Cruzada (cross-validation) y Remuestreo (bootstrapping)*



# Padres de cross-validation y el bootstrapping

## *Bradley Efron y Rob Tibshirani*

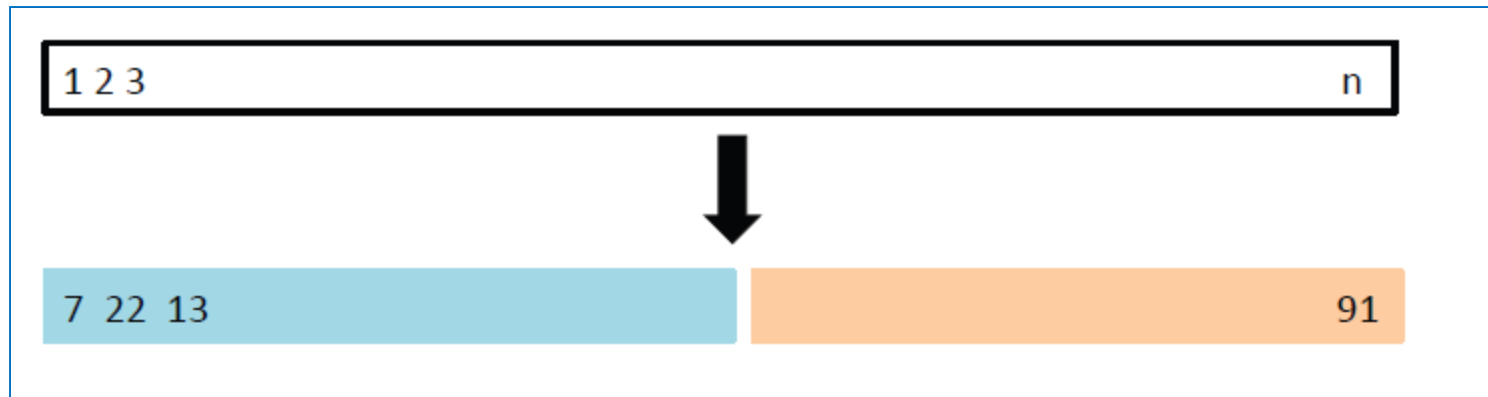
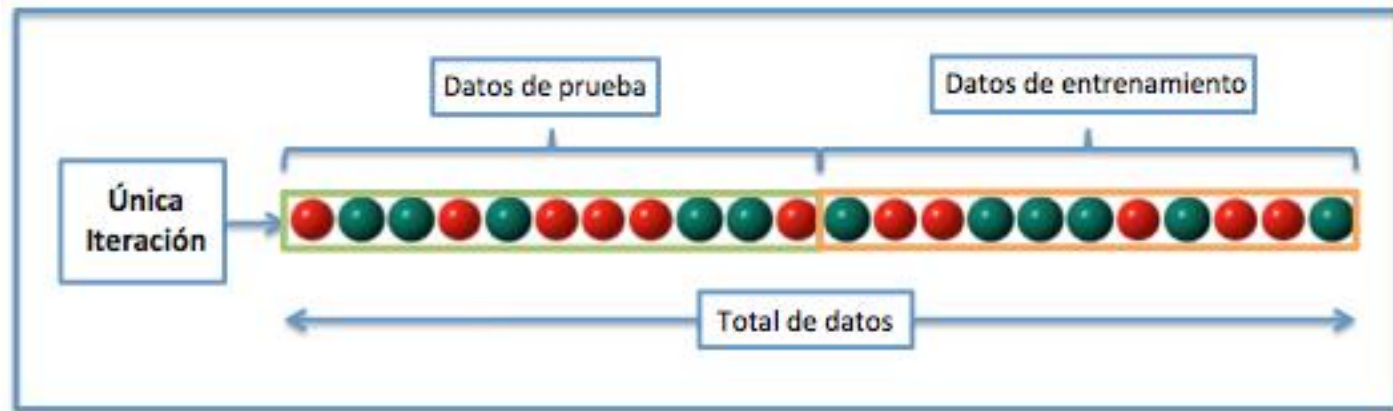


**Bradley Efron y Trevor Hastie**



**Rob Tibshirani**

# Enfoque: “tabla de aprendizaje y tabla de testing” (the validation test approach)



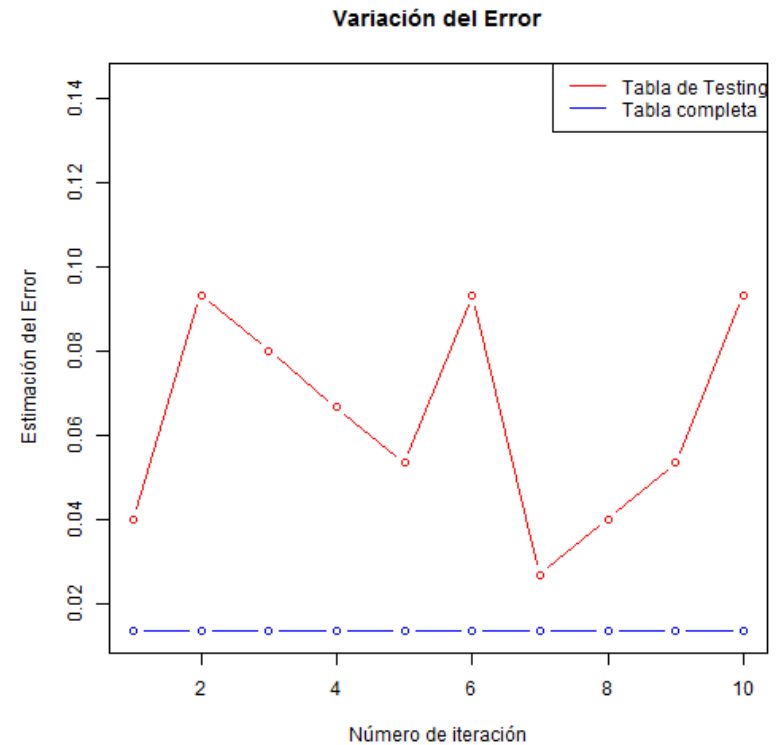
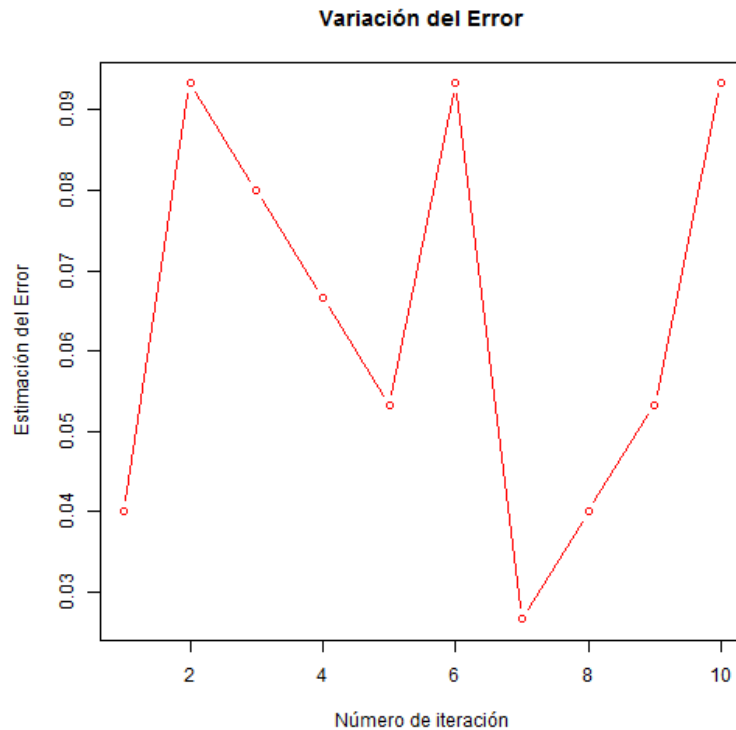
# Enfoque: “tabla de aprendizaje y tabla de testing” (the validation test approach)

Tiene dos grandes problemas:

1. La estimación del error tiende a ser muy variable dependiendo de cuáles datos quedan en la tabla de aprendizaje y cuáles en la tabla de testing.
2. Se tiende a sobrestimar la estimación del error, es decir, es mucho mayor el error en la tabla de testing que en toda la tabla de datos.

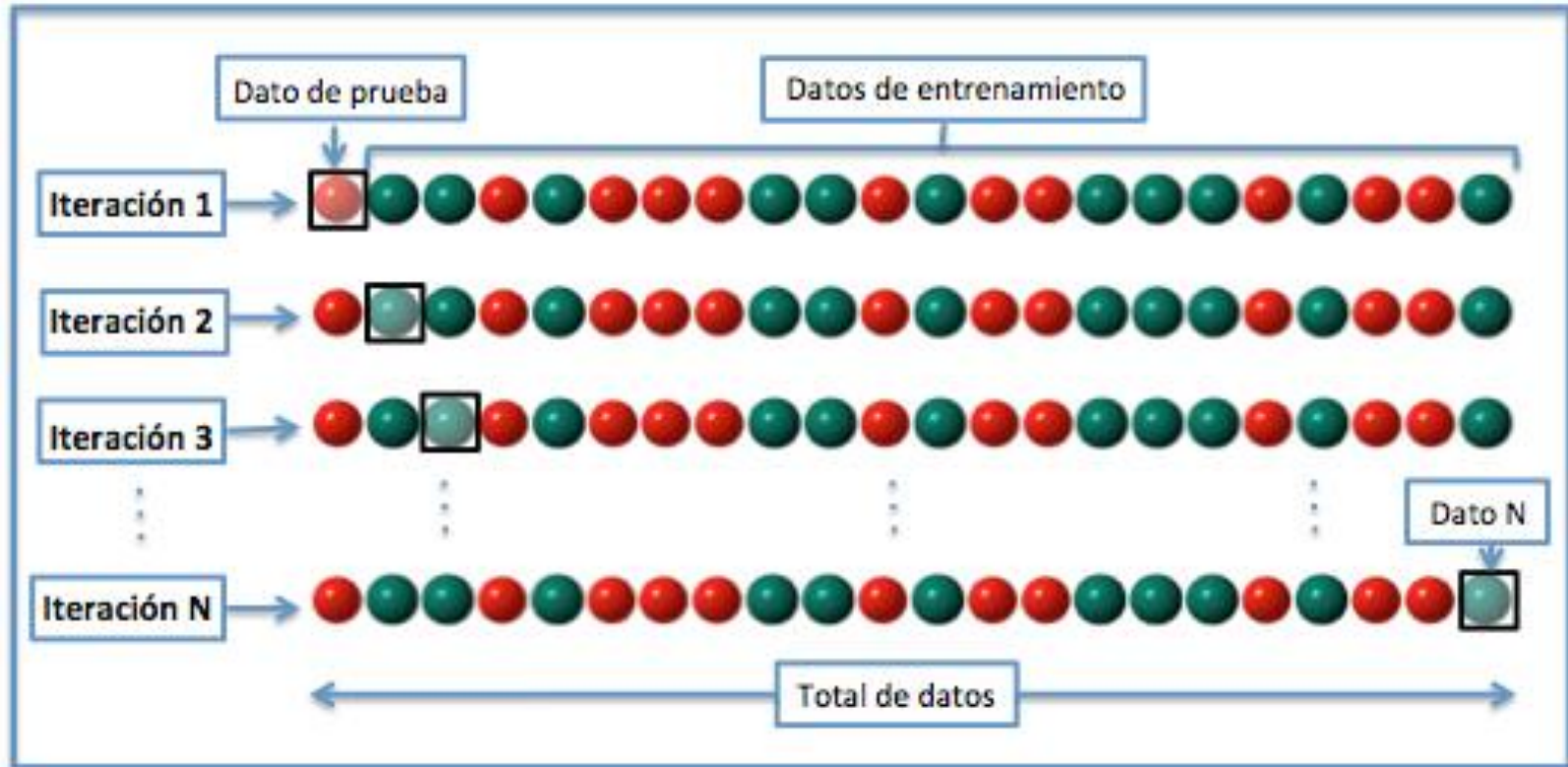


# Problemas en : “tabla de aprendizaje y tabla de testing” (the validation test approach)

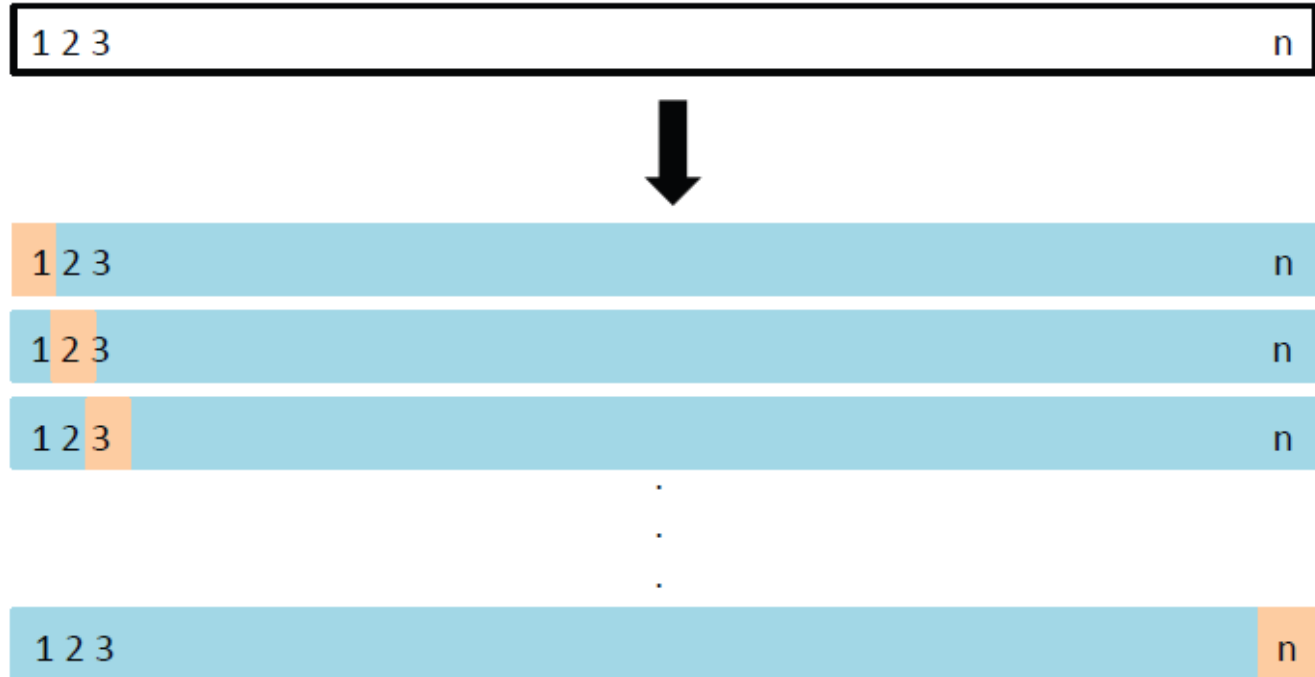


(Ver: Validacion\_Cruzada.html)

# Validación cruzada dejando uno fuera (Leave-one-out cross-validation LOOCV)



# Validación cruzada dejando uno fuera (Leave-one-out cross-validation LOOCV)



Los  $n$  datos pueden ser tomados en orden.

# Validación cruzada dejando uno fuera (Leave-one-out cross-validation LOOCV)

- La validación cruzada dejando uno fuera o Leave-one-out cross-validation (LOOCV) implica separar los datos de forma que para cada iteración tengamos un solo dato de prueba y todo el resto de los datos para entrenamiento.
- El error se calcula como el promedio de los errores cometidos:

Si  $MSE_i = (y_i - \hat{y}_i)^2$  donde  $\hat{y}_i$  es la predicción para  $y_i$ , entonces se define el error por:

$$CV_{(n)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n MSE_i$$





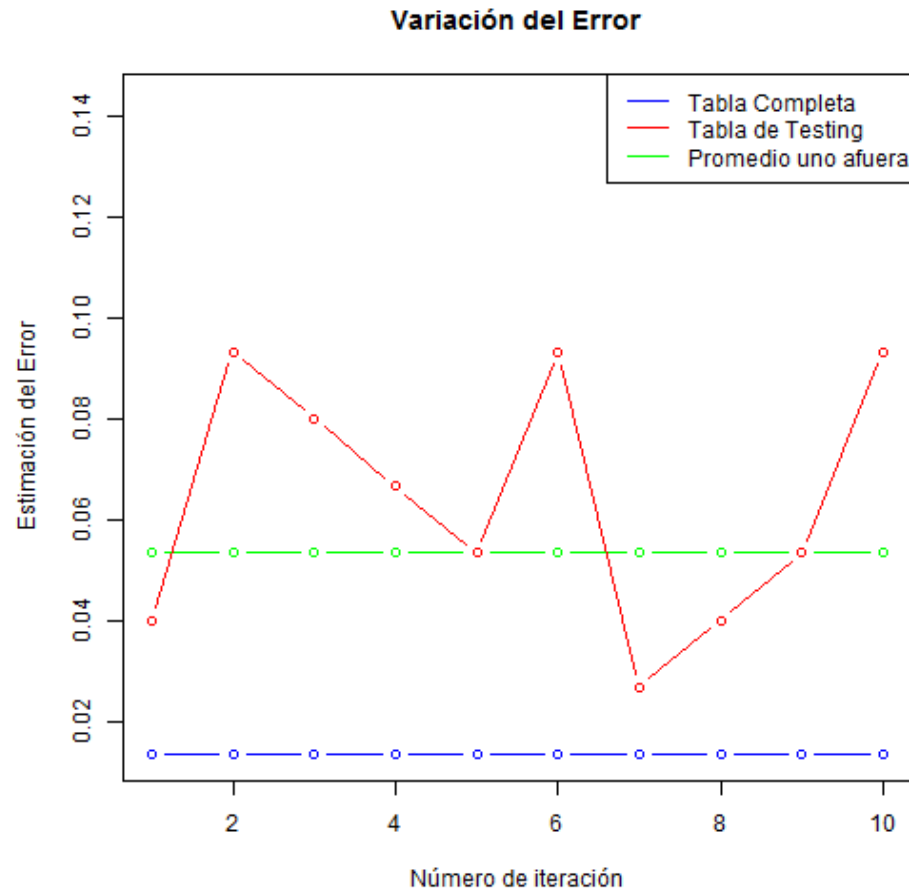
# Validación cruzada dejando uno fuera (Leave-one-out cross-validation LOOCV)

Tiene dos ventajas:

1. La estimación del error NO es muy variable dependiendo de cuáles datos quedan en la tabla de aprendizaje y cuáles en la tabla de testing, es decir, la estimación del error es mucho más estable.
2. NO se tiende a sobrestimar el error, es decir, como pasa en el Enfoque: “tabla de aprendizaje y tabla de testing” donde es mucho mayor el error en la tabla de testing que en toda la tabla de datos.



# Ventajas: Validación cruzada dejando uno fuera (Leave-one-out cross-validation LOOCV)



(Ver: [Validacion\\_Cruzada.html](#))



# Validación cruzada dejando uno fuera (Leave-one-out cross-validation LOOCV)

Tiene dos grandes desventajas:

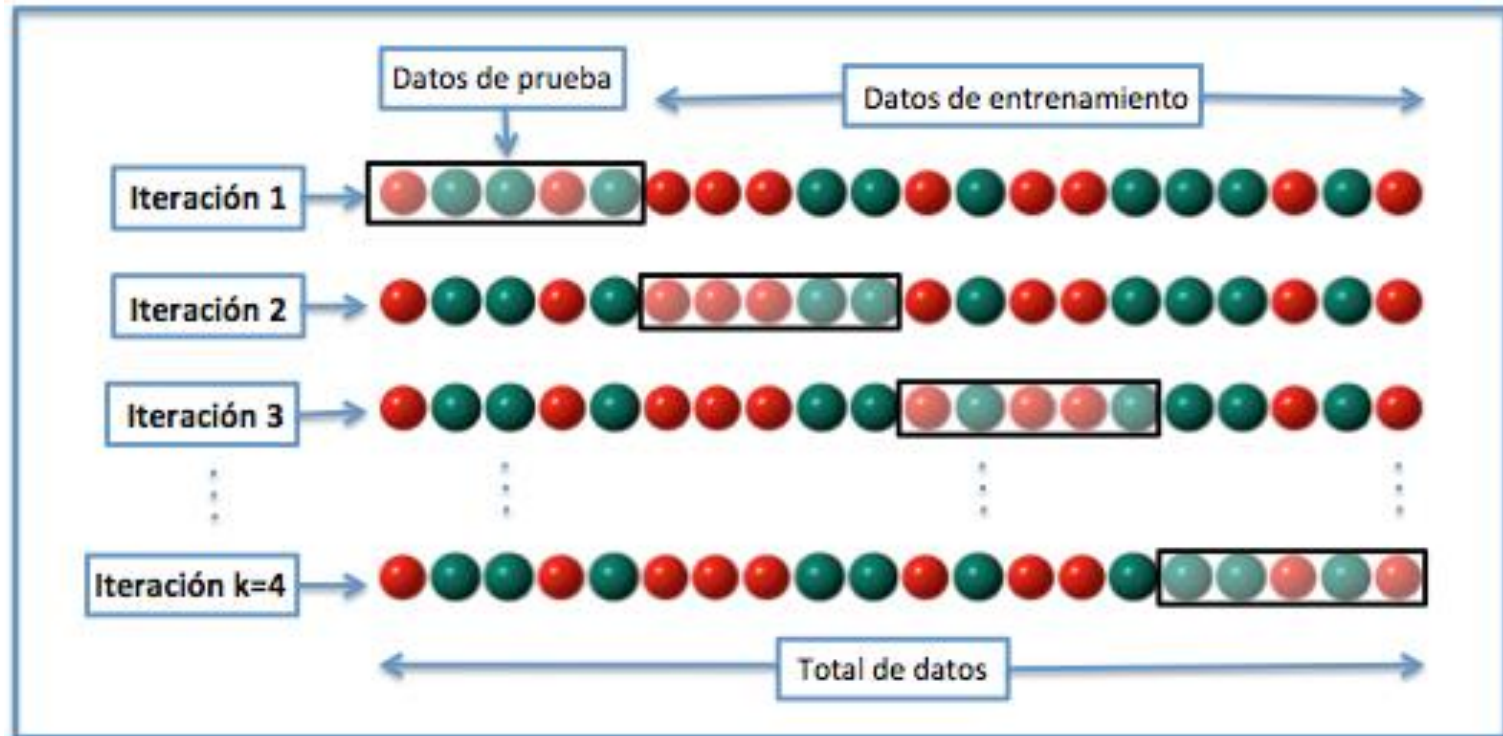
1. La programación se vuelve mucho más complicada.
2. El tiempo de ejecución puede ser muy alto, pues se debe generar el modelo ***n*** veces.

(Ver: [Validacion\\_Cruzada.html](#))



**oldemar rodríguez**  
CONSULTOR en MINERÍA DE DATOS

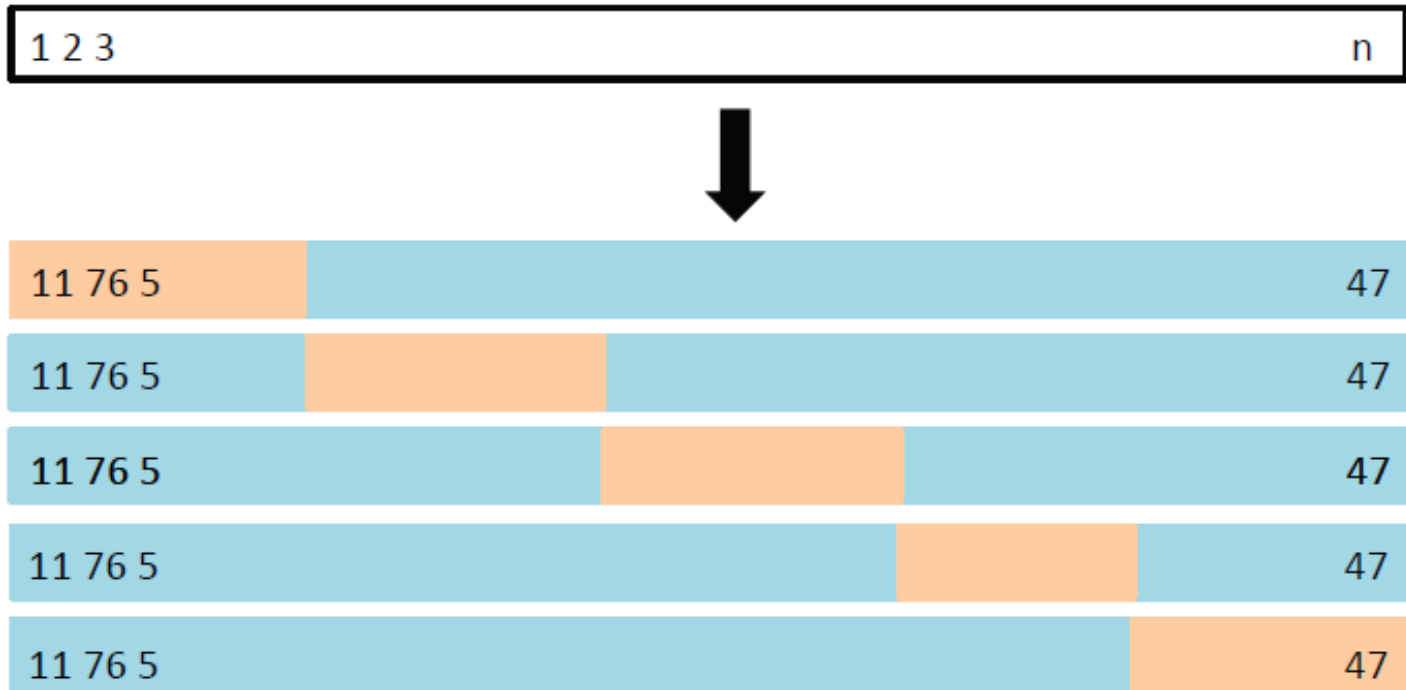
# Validación cruzada usando K grupos (K-fold cross-validation)



**K grupos → K iteraciones**



# Validación cruzada usando K grupos (K-fold cross-validation)



**Los K grupos deben ser al azar y  
aproximadamente del mismo tamaño.**



# Validación cruzada usando K grupos (K-fold cross-validation)

- En la validación cruzada de K iteraciones o K-fold cross-validation los datos se dividen en K subconjuntos (folds). Uno de los subconjuntos se utiliza como datos de prueba y el resto (K-1) como datos de entrenamiento.
- El proceso de validación cruzada es repetido durante K iteraciones, con cada uno de los posibles subconjuntos de datos de prueba.



# Validación cruzada usando K grupos (K-fold cross-validation)

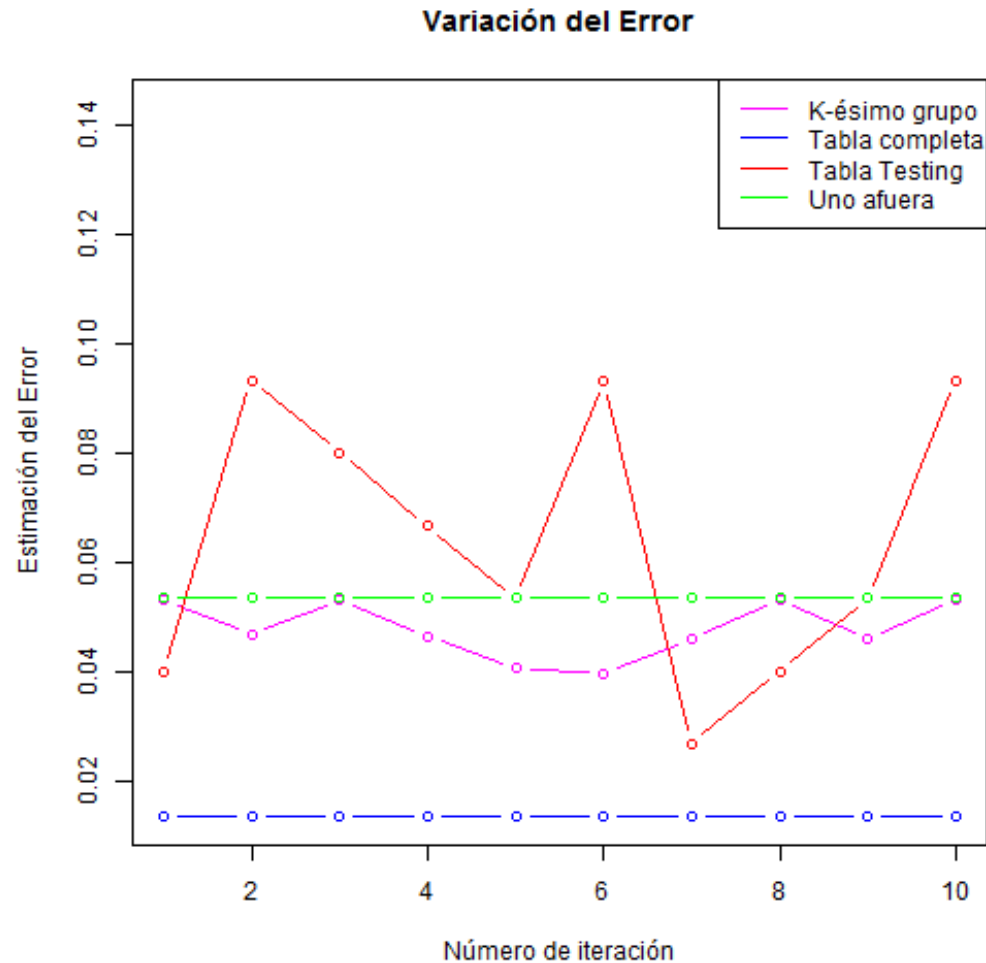
- El error se calcula como la media aritmética de los errores de cada iteración para obtener un único resultado.

Si  $MSE_i$  denota el error en la iteración  $i$ -ésima, entonces:  
El error de la Valización Cruzada se estima por:

$$CV_{(k)} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k MSE_i$$



# Validación cruzada usando K grupos (K-fold cross-validation)



(Ver: [Validacion\\_Cruzada.html](#))





# Remuestreo (Bootstrap)

“The bootstrap was introduced in 1979 by Bradley Efron”

- En Estadística y Minería de Datos, “bootstrapping” es usado para **cuantificar la incertidumbre** asociada con un estimador estadístico.
- “Bootstrap” es en general una herramienta para evaluar la precisión estadística.
- La idea básica es dado un conjunto de datos de entrenamiento extraer de esta tabla aleatoriamente y con reemplazo nuevas tablas de datos, cada una de las cuales deberá tener el mismo tamaño que la tabla original.

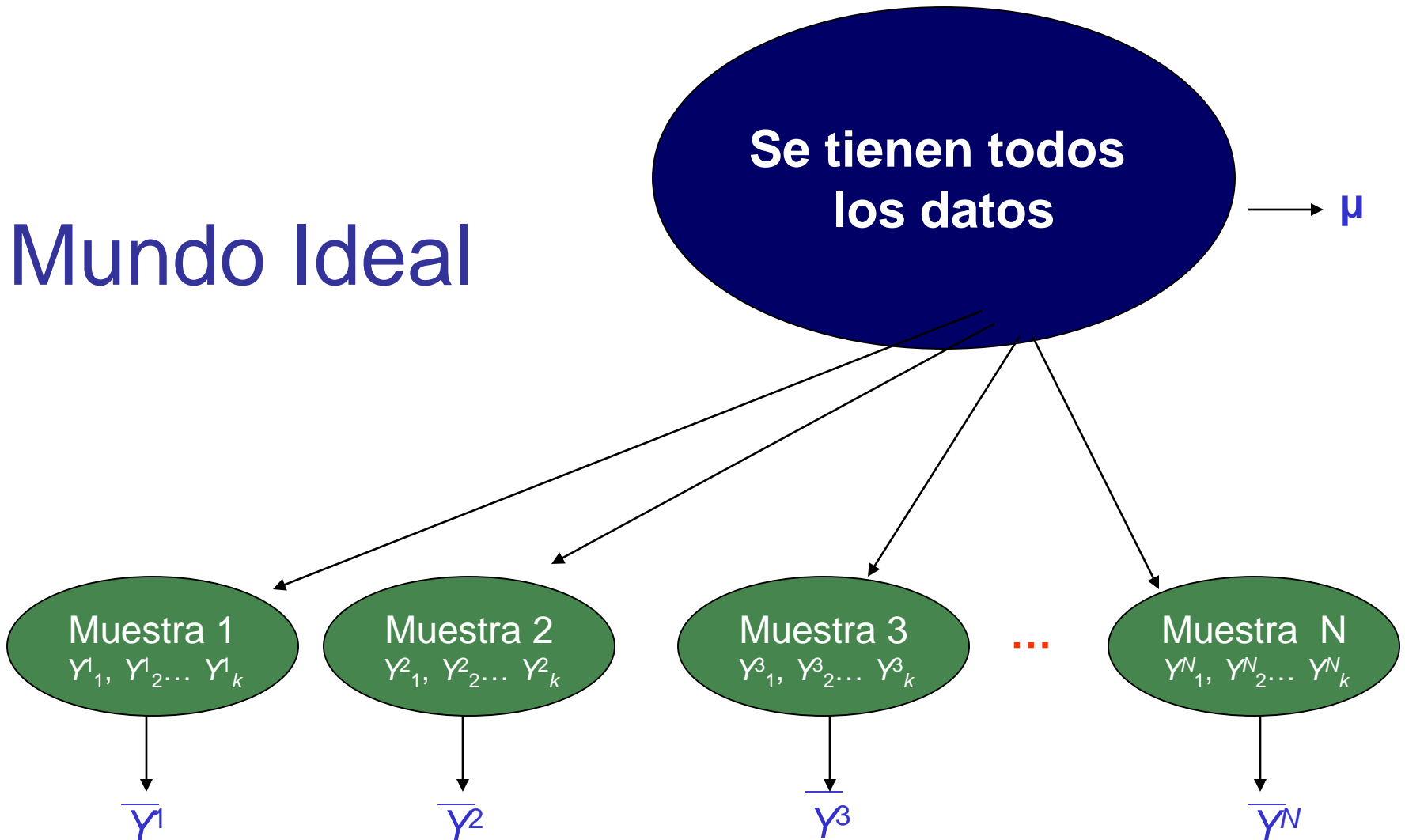


# El enfoque del “Bootstrap”

- En Bootstrapping trabaja mediante el remuestreo  $N$  veces con reemplazo desde el conjunto de entrenamiento para formar nuevas tablas de datos (Bootstraps).
- Entonces modelo se estima en cada una de estas nuevas tablas (bootstraps) y luego las predicciones se hacen para la tabla original de datos o conjunto de entrenamiento.
- Este proceso se repite muchas veces y se promedian los resultados.
- Bootstrap es muy útil para estimar el error estándar en modelos predictivos y en algunas situaciones funciona mejor que la validación cruzada (cross-validation).

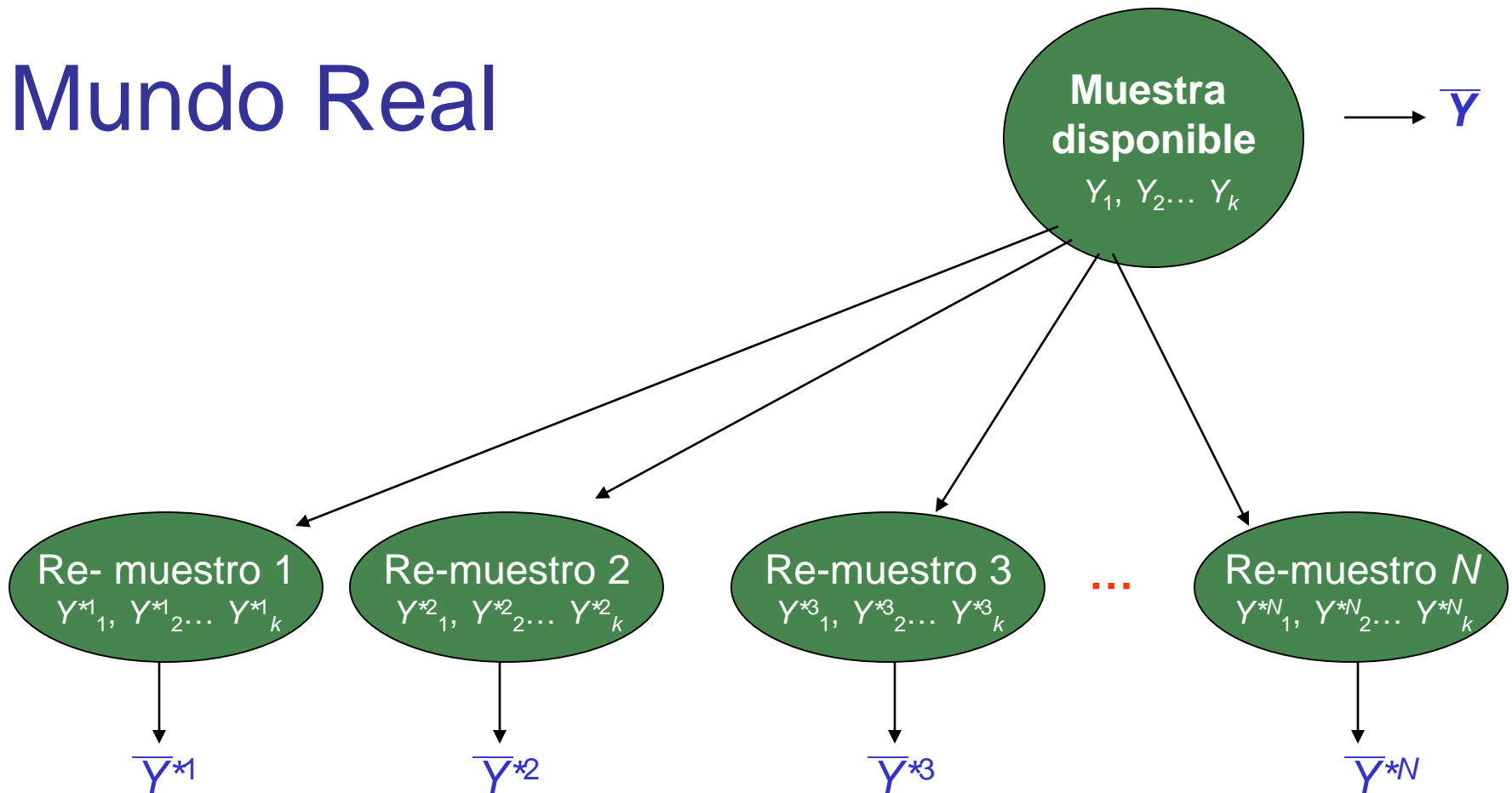


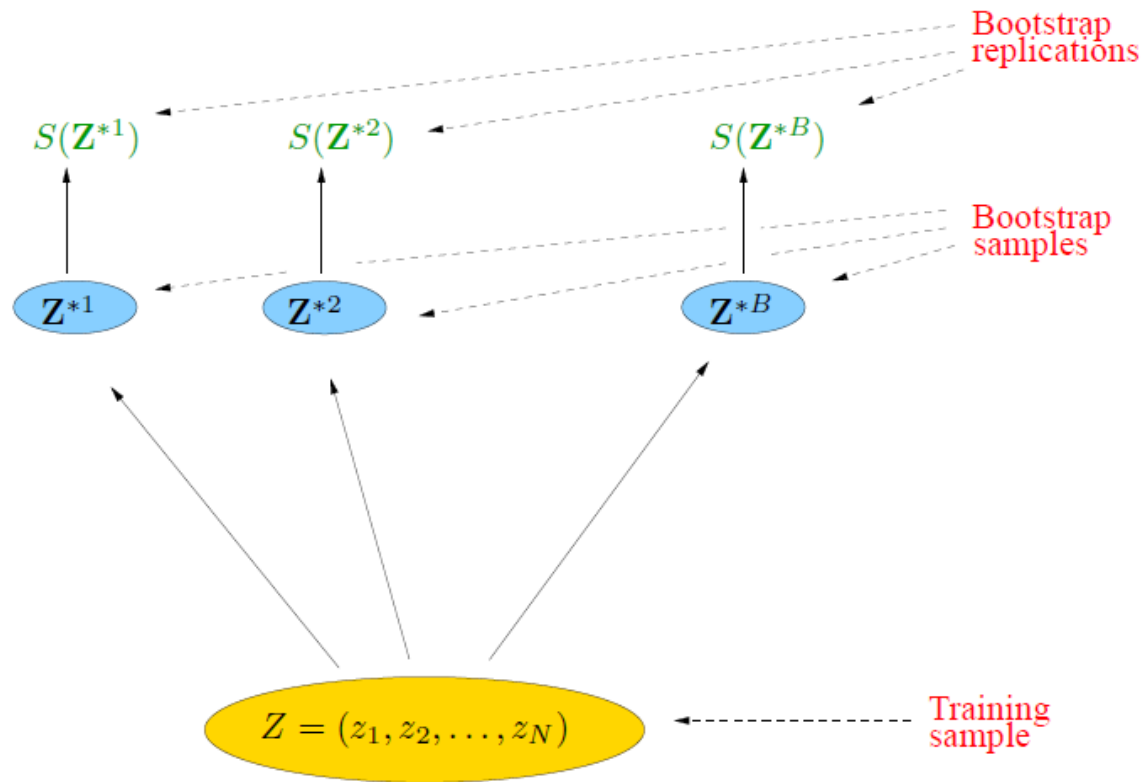
# Mundo Ideal



## Proceso “Bootstrapping”

Mundo Real

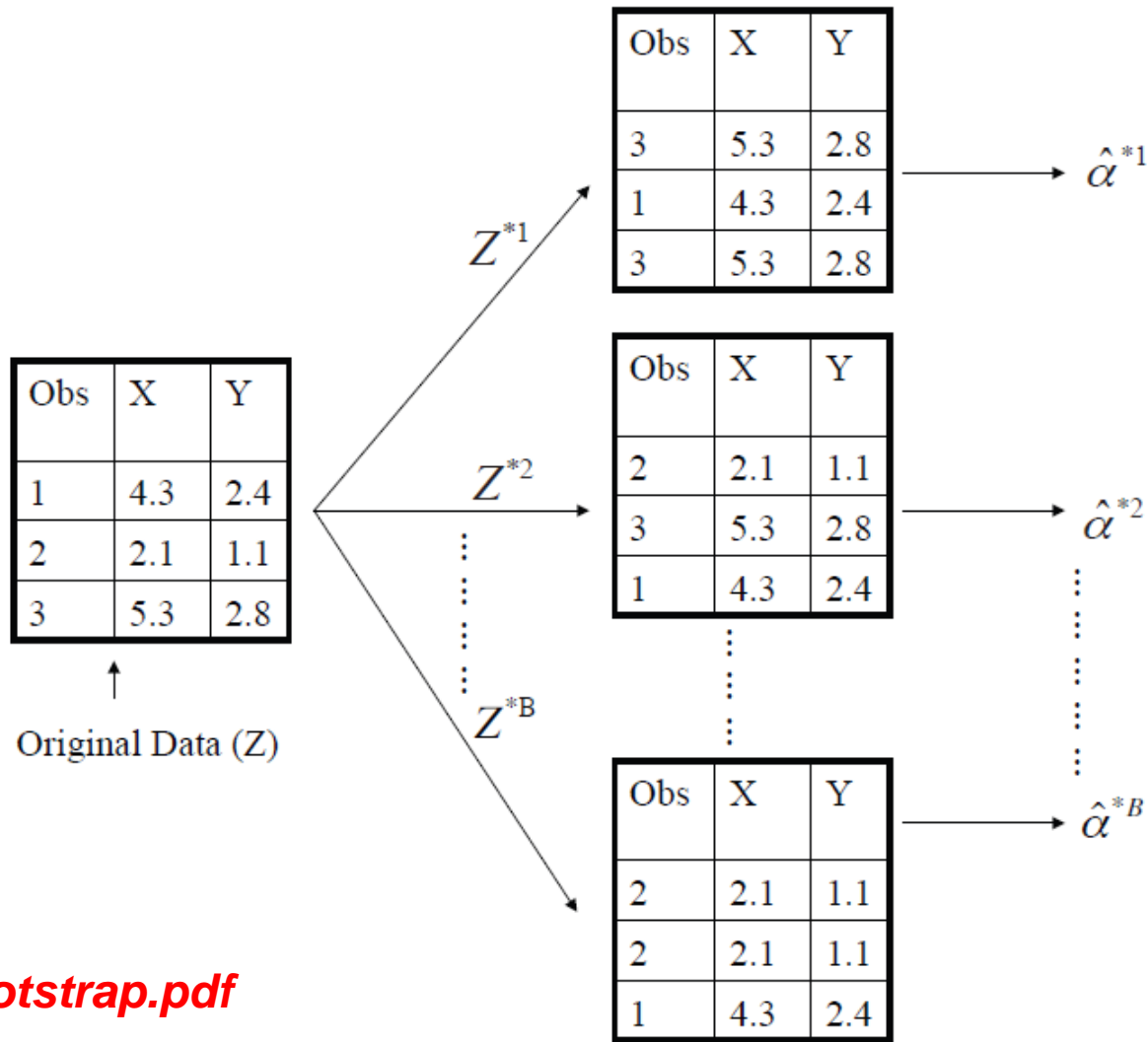




Se desea calcular  $S(Z)$  entonces se generan  $B$  “bootstraps”  $Z^{*1}, Z^{*2}, \dots, Z^{*B}$  (muestras con remplazo de tamaño  $N$  sobre  $Z$ ) y se calcula  $S$  sobre esos “bootstraps”, o sea  $S(Z^{*1}), S(Z^{*2}), \dots, S(Z^{*B})$ , para estimar la precisión estadística de  $S(Z)$ .



# Ejemplo de “Bootstraps”



**Ver: *Bootstrap.pdf***





**oldemar** **rodríguez**

CONSULTOR en M1N&R14 D& D4T0S

***Gracias....***