

# **Introducción a la Probabilidad y la Estadística**



Martes y Jueves Aula B17  
Dra Ana Georgina Flesia

✓ **Su código QR está listo**



**Docentes**

# Docentes

## Teóricos

- Dra Ana Georgina Flesia

## Prácticos

- LARES HARBIN LATORRE, Marcelo - [marcelo.lares@unc.edu.ar](mailto:marcelo.lares@unc.edu.ar)
- RESTREPO BLANDON, Fredy Alexander - [fredy.restrepo@unc.edu.ar](mailto:fredy.restrepo@unc.edu.ar)
- DESIMONE, Sofía Abril - [sofia.desimone@mi.unc.edu.ar](mailto:sofia.desimone@mi.unc.edu.ar)
- GIARDA, Gonzalo Agustín - [gonzalo.giarda@mi.unc.edu.ar](mailto:gonzalo.giarda@mi.unc.edu.ar)
- GALEANO, Sofia - [sogaleano@mi.unc.edu.ar](mailto:sogaleano@mi.unc.edu.ar)
- ESCOBARES, Yesica - [yesica.escobares@mi.unc.edu.ar](mailto:yesica.escobares@mi.unc.edu.ar)
- MARQUEZ, Juliana - [juliana.marquez@mi.unc.edu.ar](mailto:juliana.marquez@mi.unc.edu.ar)

**¿Como es la  
estructura de  
evaluación de la  
materia?**

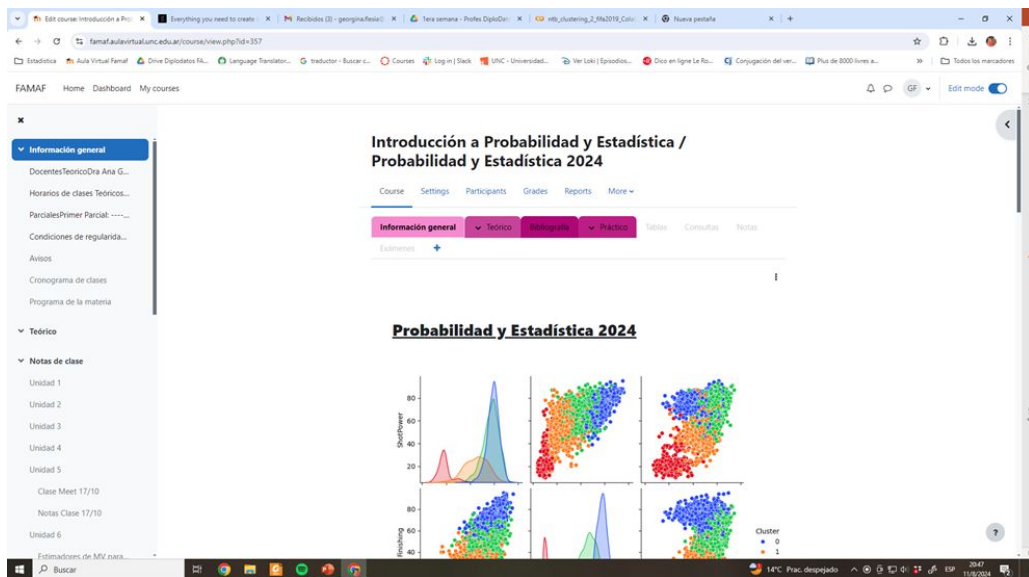
# Evaluación

- Dos parciales y un trabajo computacional entregable
- Promoción
  - Se debe asistir a un 70% de las clases prácticas
  - Se debe aprobar los dos parciales con nota mayor a seis y nota promedio mayor a siete
  - Se debe aprobar el trabajo computacional
- Regularización
  - Se debe asistir a un 70% de las clases prácticas
  - Se debe aprobar los dos parciales con nota mayor a cuatro
  - Se debe aprobar el 60% del trabajo computacional
- Alumnos libres
  - Tienen que entregar el trabajo computacional antes de rendir el examen.

**Aula Virtual**

# Aula virtual

- Guías de trabajos prácticos
- Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias - Jay Devore
- Enlace a la presentación de Google de cada una de las clases
- Trabajo computacional
- Foro de consultas





**¿que vamos a  
ver?**

# Resumen muy simple

- ¿Qué es la estadística?
- Los sucesos aleatorios y la teoría de la Probabilidad
  - variables aleatorias y su distribución de probabilidad
- ¡A estudiar un suceso!
  - Muestreo
- ¿Qué acabo de recoger?
  - Estadística descriptiva
- Sacando conclusiones: inferencia estadística
  - estimación puntual y por intervalo
  - test de hipótesis

**¿Qué es la  
estadística?**

# Definición

La Estadística es la ciencia de la

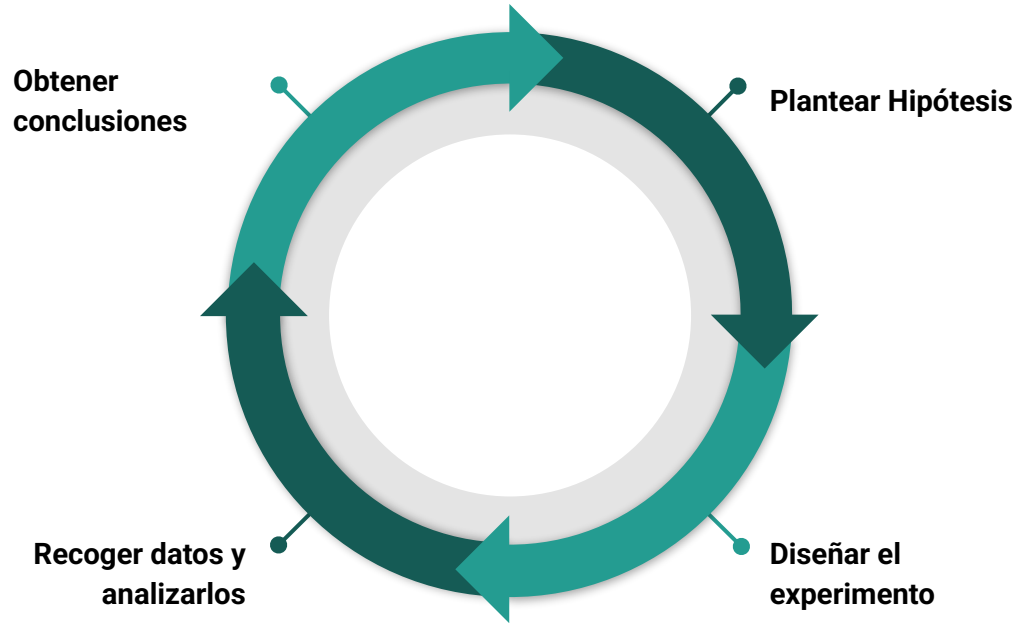
- **Sistematización, recogida, ordenación y presentación de los datos**
  - **referentes a un fenómeno**
  - **que presenta variabilidad o incertidumbre**
  - **para su estudio metódico,**
- Descriptiva*
- **con objeto de deducir las leyes que rigen esos fenómenos, y poder de esa forma**
- Probabilidad*
- **hacer previsiones sobre los mismos, tomar decisiones u obtener conclusiones.**
- Inferencia*

# Noción

La palabra estadística tiene dos acepciones:

- **La Estadística** es la ciencia del estudio de los datos asociados a un suceso o experimento.
- **Una estadística**, por otro lado, es el hecho particular de estudiar un suceso concreto: recoger los datos y analizarlos.

# Método científico y la estadística



# Modelo

- Plantear hipótesis sobre una población

*Los estudiantes usan los recursos de la biblioteca más que los docentes*

- ¿En qué sentido?
  - ¿Mayor número de libros consultados?
  - ¿Tiempo medio de consulta?

# Diseño del experimento

- **Qué individuos pertenecerán al estudio (muestras)**
  - Estudiantes regulares. Docentes.
  - Criterios de exclusión
  - ¿Cómo se eligen?
  - ¿Descartamos los préstamos entre bibliotecas?
- **Qué datos recoger de los mismos (variables)**
  - Número de consulta
  - Tiempo de duración de cada retiro
  - ¿Género?
  - ¿Biblioteca?
  - ¿Otros factores?



# Realizar inferencias

*Los estudiantes consultan al menos 3 libros más en media que los docentes al año.*

- **Cuantificar la confianza en la inferencia**
- **Nivel** de confianza del 95%
- Significado del contraste: **p-valor**=0.3

# Objetivos del curso

- Discutir cómo seleccionar una muestra representativa de una población.
- Caracterización de los datos muestrales en unos pocos números llamados "estadísticos muestrales".
- Uso de los "estadísticos muestrales" para hacer inferencias acerca de la población.

# Población y Muestra

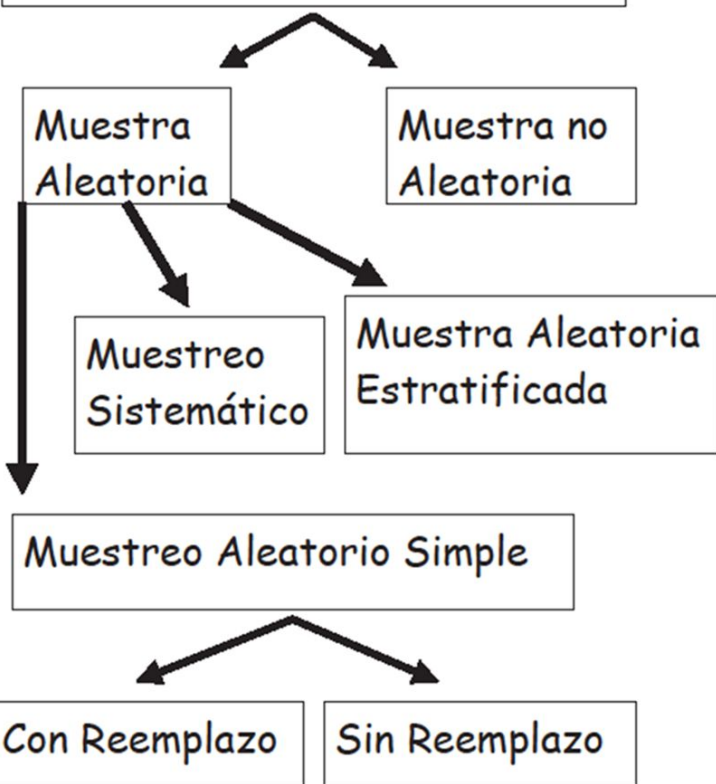
**Población:** es el conjunto sobre el que estamos interesados en obtener conclusiones (hacer inferencia).

- Normalmente es demasiado grande para poder abarcarlo.

**Muestra:** es un subconjunto de la población al que tenemos acceso y sobre el que realmente hacemos las observaciones (mediciones)

- Debería ser “**representativo**”
- Está formado por miembros “seleccionados” de la población (individuos, unidades experimentales).

¿Cómo elegir una muestra representativa?



# Selección de datos

Hay dos métodos básicos para seleccionar datos desde una población.

- **Muestra Aleatoria:** Cada elemento de la población tiene la misma chance de ser seleccionado.
- **Muestra No Aleatoria:** Algunos elementos de la población tienen mayor chance de ser seleccionados. Dentro de los muestreos no aleatorios se encuentran los **Estudios Observacionales**

# Muestreo

- **Muestra Aleatoria Simple:** Selección de  $N$  elementos de una población de forma tal que cualquier posible combinación de  $N$  elementos de esa población tiene la misma probabilidad de ser seleccionada.
- **Muestra Aleatoria Simple sin reemplazo:** Cuando cada elemento seleccionado para la muestra no se devuelve a la población para su posible reelección.

# Muestreo

- **Muestra Aleatoria Simple con reemplazo:** Cuando cada elemento seleccionado para la muestra se devuelve a la población para su posible reelección.
- **Muestreo Sistemático:** Los elementos de la población se ordenan en una secuencia aleatoria y se selecciona cada  $n$ -ésimo elemento de la secuencia.
- **Muestreo Aleatorio Estratificado:** Se divide a la población en subgrupos y en cada uno de estos subgrupos se realiza un muestreo aleatorio simple.

# Estudios observacionales

- Los datos que provienen de encuestas donde no se tiene control experimental sobre los factores que pueden influir en la variable de interés se denominan **datos observacionales**

## Ejemplo

- El cambio de política de presupuesto usualmente se compara con controles históricos.
- Determinar cambio y aislar causas es difícil si solo se trabaja con datos observacionales



# Experimentos

# Experimentos

Finalidad de todo experimento: obtener información de interés

- **Experimentos determinísticos:** su desarrollo y resultado es previsible, según ciertas reglas
- **Experimentos aleatorios:** se realizan en un contexto de incertidumbre, y su desarrollo y resultado no se puede predecir: dependen del azar

$$-Y=X^3, \text{ si } X=3, Y=27$$


$$\begin{aligned} Y_1 &= 27,001; \\ Y_2 &= 26,99; \\ Y_3 &= 26,98; \\ Y_4 &= 27,09 \end{aligned}$$

Los experimentos aleatorios se caracterizan por que:

- conocemos de antemano todos los posibles resultados que se pueden obtener
- no podemos predecir el resultado de cada experimento particular
- pueden repetirse indefinidamente en las mismas condiciones

# Definiciones

- **Espacio muestral**  $\Omega$  de un experimento aleatorio: conjunto de todos los posibles resultados distintos de dicho experimento
- **Suceso**  $A$ : cualquier subconjunto del espacio muestral
- **Sucesos elementales**: sucesos formados por un único resultado,  $A = \{s\}$

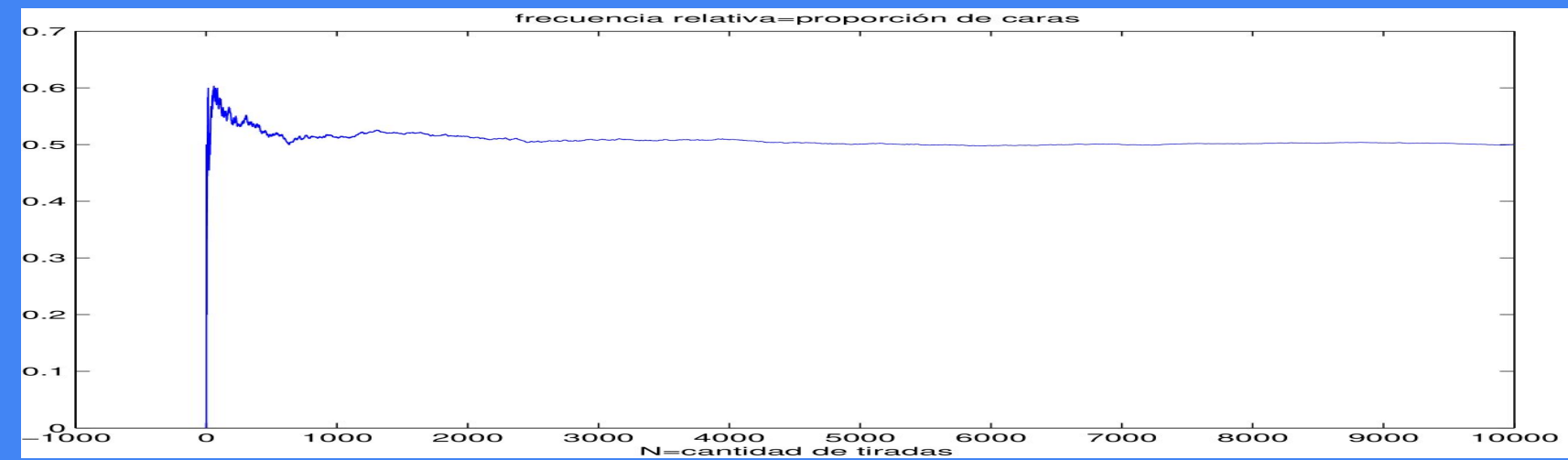
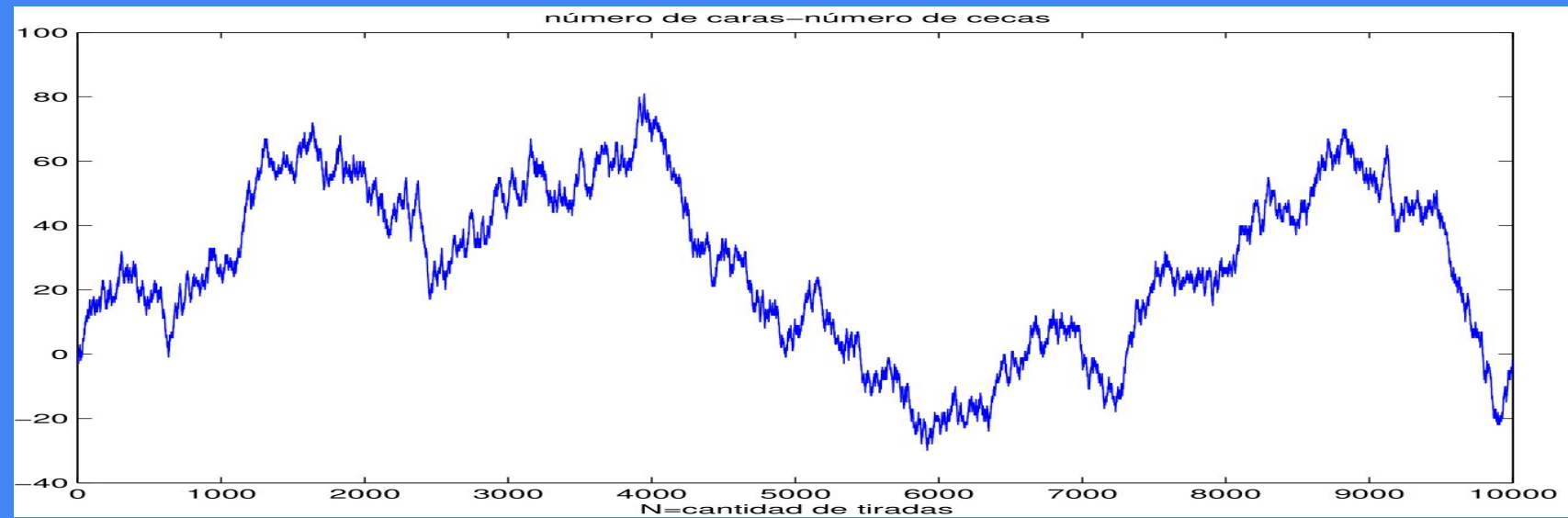


**Suceso = Evento = subconjunto del  
espacio muestral**

## Definición “empírica” o “frecuentista” de la probabilidad:

Si un experimento aleatorio se repite en las mismas condiciones  $N$  veces y anotamos el número de veces  $n_i$  que se presenta un resultado particular, el cociente  $\frac{n_i}{N}$  tiende a estabilizarse en un valor fijo (la probabilidad del resultado observado) cuando  $N \rightarrow \infty$ .

- no puede usarse en la práctica como *definición* de probabilidad:
  - ▶ se requiere realizar un número infinito de veces un experimento para calcular una probabilidad...
  - ▶ se podrían **aproximar** estas probabilidades realizando el experimento un número suficientemente elevado de veces, pero a veces los experimentos aleatorios no pueden (o no deben) ser realizados ni siquiera un número suficientemente alto de veces



## Operaciones entre sucesos:

- **Unión:**

$$A \cup B = \{s \in \Omega : s \in A, \text{ o } s \in B\}$$

(sucesos elementales que pertenecen a  $A$  o bien a  $B$ , incluyendo los que están en ambos simultáneamente)

- **Intersección:**

$$A \cap B = \{s \in \Omega : s \in A, \text{ y } s \in B\}$$

(sucesos elementales que pertenecen a  $A$  y  $B$  a la vez)

► **sucesos incompatibles:** tienen intersección vacía

- **Diferencia:**

$$A \setminus B \equiv A - B = \{s \in \Omega : s \in A \text{ y } s \notin B\}$$

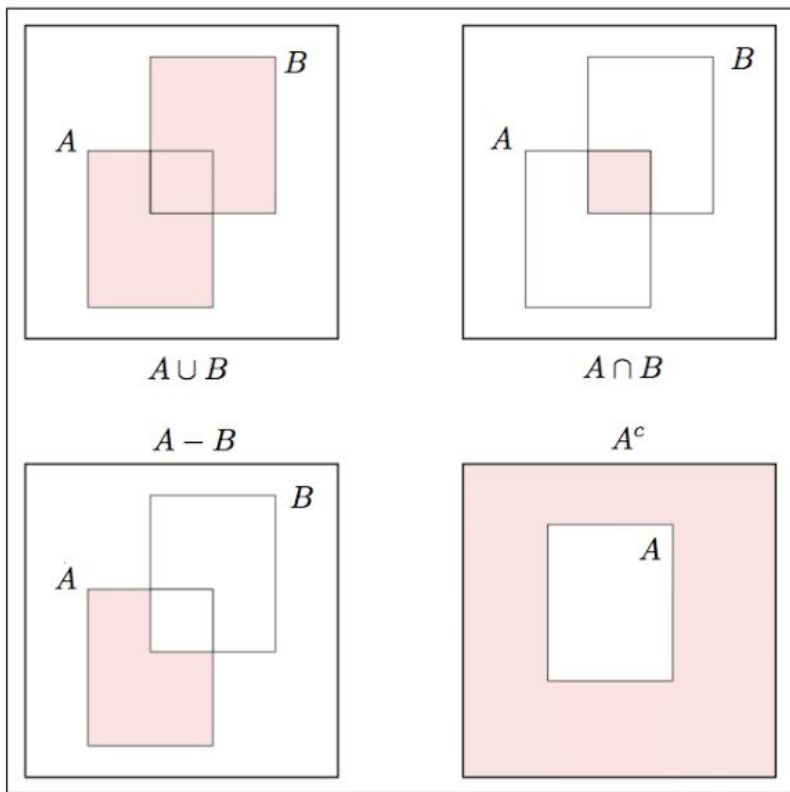
(sucesos elementales que pertenecen a  $A$ , pero no a  $B$ )

- **Complementario:**

$$\bar{A} \equiv A^c = \{s \in \Omega : s \notin A\}$$

(conjunto diferencia  $\Omega - A$ )

# Recordemos las operaciones entre conjuntos



## Ejemplo:

## (Sucesos y operaciones)

**Consideremos el experimento aleatorio consistente en lanzar dos monedas al aire.**

Representamos “cara” por  $C$  y “cruz” por  $+$   $\Rightarrow$  el conjunto de los posibles resultados (espacio muestral) sería  $\Omega = \{CC, C+, +C, ++\}$ .

Ejemplos de sucesos:

$$A = \text{“sacar una cara”} = \{C+, +C\}$$

$$B = \text{“sacar al menos una cruz”} = \{C+, +C, ++\}$$

Operaciones con sucesos:

$$A \cup B = \{C+, +C, ++\} = B$$

$$A \cap B = \{C+, +C\} = A$$

$$B - A = \{++\}$$

$$A - B = \emptyset$$

$$A^c = \{CC, ++\}$$



# Probabilidad

## Definición “axiomática” de la probabilidad

Definición rigurosa  $\Rightarrow$  se establecen leyes o *axiomas* (menor conjunto posible de reglas tales que las demás se deducen como una consecuencia) que debe cumplir una función de probabilidad

Llamamos **función de probabilidad** a una función  $\mathcal{P}$  que verifica los siguientes axiomas:

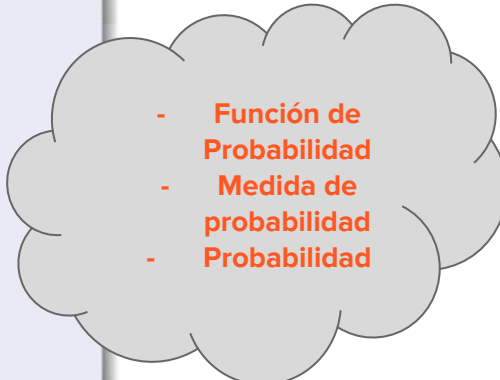
A1. Está definida en el conjunto de partes del espacio muestral  $\Omega$  y toma valores en el intervalo  $[0,1]$ :

$$\mathcal{P} : \mathbb{P}(\Omega) \rightarrow [0,1],$$

$$\forall A \subset \Omega \quad 0 \leq \mathcal{P}(A) \leq 1$$

A2.  $\mathcal{P}(\Omega) = 1$

A3. Si  $A_1, \dots, A_n, \dots$  son sucesos disjuntos o incompatibles ( $\forall i \neq j, A_i \cap A_j = \emptyset$ ) entonces  $\mathcal{P}(\cup_n A_n) = \sum_n \mathcal{P}(A_n)$

- 
- Función de Probabilidad
  - Medida de probabilidad
  - Probabilidad

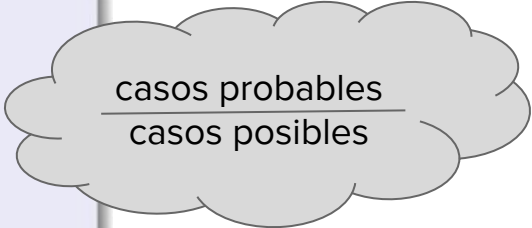
## Caso simple: Espacio **Equiprobable**.

- $\Omega$  tiene  $n$  posibles resultados diferentes
- los  $n$  resultados tienen la misma probabilidad  $\frac{1}{n}$  de aparecer

### Regla de Laplace:

La probabilidad de un suceso formado por  $k$  sucesos elementales  $A = \{a_1, \dots, a_k\}$  es:

$$\mathcal{P}(A) = \sum_{i=1}^k \mathcal{P}(a_i) = \sum_{i=1}^k \frac{1}{n} = \frac{k}{n} = \frac{\#(A)}{\#(\Omega)} = \frac{\text{casos favorables}}{\text{casos posibles}}$$



$\frac{\text{casos probables}}{\text{casos posibles}}$

Este procedimiento para hallar la probabilidad de un suceso es correcta  
**sólo en espacios equiprobables**

## Ejemplo:

## (Sucesos y operaciones)

**Consideremos el experimento aleatorio consistente en lanzar dos monedas al aire.**

Representamos “cara” por  $C$  y “cruz” por  $+$   $\Rightarrow$  el conjunto de los posibles resultados (espacio muestral) sería  $\Omega = \{CC, C+, +C, ++\}$ .

Ejemplos de sucesos:

$$A = \text{“sacar una cara”} = \{C+, +C\}$$

$$B = \text{“sacar al menos una cruz”} = \{C+, +C, ++\}$$

Operaciones con sucesos:

$$A \cup B = \{C+, +C, ++\} = B$$

$$A \cap B = \{C+, +C\} = A$$

$$B - A = \{++\}$$

$$A - B = \emptyset$$

$$A^c = \{CC, ++\}$$

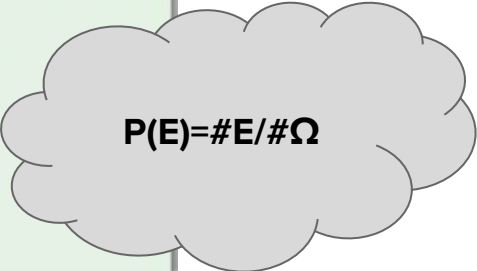
$$P(A \cup B) =$$

$$P(A \cap B) =$$

$$P(B - A) =$$

$$P(A - B) =$$

$$P(A^c) =$$


$$P(E) = \#E / \#\Omega$$

## Consecuencias:

### Propiedades:

- 1  $\mathcal{P}(\emptyset) = 0$
- 2  $\mathcal{P}(A^c) = 1 - \mathcal{P}(A)$
- 3 Si  $A \subset B$  entonces  $\mathcal{P}(A) \leq \mathcal{P}(B)$
- 4  $\mathcal{P}(A \cup B) = \mathcal{P}(A) + \mathcal{P}(B) - \mathcal{P}(A \cap B)$
- 5  $\mathcal{P}(\cup_{i=1}^n A_i) = \sum_{i=1}^n \mathcal{P}(A_i) - \sum_{i < j} \mathcal{P}(A_i \cap A_j) + \dots + (-1)^{n+1} \mathcal{P}(\cap_{i=1}^n A_i)$

Al espacio  $(\Omega, \mathcal{P})$  se le denomina **espacio de probabilidad**

## Ejemplo

**Una clase consta de diez hombres y veinte mujeres. La mitad de cada grupo tiene ojos oscuros y la otra mitad claros. Hallar la probabilidad de que una persona elegida al azar sea hombre o tenga ojos oscuros.**

## Ejemplo

Una clase consta de diez hombres y veinte mujeres. La mitad de cada grupo tiene ojos oscuros y la otra mitad claros. Hallar la probabilidad de que una persona elegida al azar sea hombre o tenga ojos oscuros.

Probabilidad de Laplace

	hombre (H)	mujer (M)
ojos oscuros (OO)	5/30	10/30
ojos claros (OC)	5/30	10/30

$$\begin{aligned}P(H \cup OO) &= P(H) + P(OO) - P(H \cap OO) \\&= 1/3 + 1/2 - 5/30 = 20/30 = 2/3\end{aligned}$$

## Ejemplo

El experimento consiste en lanzar un dado honesto hasta obtener un 6.

1. Defina un modelo probabilístico adecuado para este experimento.
2. Calcule la probabilidad de que se necesite lanzar un dado entre dos y cuatro veces hasta obtener un 6.



## Resolución

1. Cada tirada del dado incurre en un 6 o un No6, con probabilidad  $1/6$  y  $5/6$  respectivamente. Un resultado del experimento es una sucesión finita de No6 finalizada por un 6. Si se necesitan  $k$  tiradas para obtener un 6, la probabilidad del punto es  $(5/6)^{k-1}(1/6)$ .

## Resolución

1. Cada tirada del dado incurre en un 6 o un No6, con probabilidad  $1/6$  y  $5/6$  respectivamente. Un resultado del experimento es una sucesión finita de No6 finalizada por un 6. Si se necesitan  $k$  tiradas para obtener un 6, la probabilidad del punto es  $(5/6)^{k-1}(1/6)$ .
2. Los eventos  $A = \{\text{dos tiradas para obtener un 6}\}$   
 $B = \{\text{tres tiradas para obtener un 6}\}$  y  
 $C = \{\text{cuatro tiradas para obtener un 6}\}$  son disjuntos, por lo cual la probabilidad de que se necesite lanzar un dado entre dos y cuatro veces hasta obtener un 6 es la suma de las probabilidades de los eventos  $A$ ,  $B$  y  $C$

## Ejemplo

Una empresa controla mensualmente el funcionamiento de sus múltiples servidores. Sea A el evento de que un servidor, elegido al azar, haya presentado una falla durante el mes de abril y sea B el evento de que ese mismo servidor haya presentado una falla durante el mes de octubre.

Suponga que  $P(A) = 0,8$  ;  $P(B) = 0,7$  y  $P(A \cup B) = 0,9$ . Calcular:

1.  $P(A^c)$ ;  $P(A \cap B)$  y  $P(A \cap B^c)$ .
2. La probabilidad que de falle en exactamente uno de estos meses.

## Resolución

El evento A es que el servidor haya fallado en abril. La probabilidad de que no ocurra A es:

$$P(A^c) = 1 - 0,8 = 0,2$$

Para calcular  $P(A \cap B)$ , podemos usar la fórmula de la unión de dos eventos y despejar

$$P(A \cap B) = P(A) + P(B) - P(A \cup B) = 0,8 + 0,7 - 0,9 = 0,6$$

Para calcular  $P(A \cap B^c)$ , utilizamos la fórmula:

$$P(A \cap B^c) = P(A) - P(A \cap B) = 0,8 - 0,6 = 0,2$$

## Resolución

Para encontrar la probabilidad de que el servidor falle en exactamente uno de los meses (ya sea en abril o en octubre, pero no en ambos), sumamos las probabilidades de los eventos mutuamente excluyentes  $(A \cap B^c)$  y  $(A^c \cap B)$ .

$$P(A^c \cap B) = P(B) - P(A \cap B) = 0,7 - 0,6 = 0,1$$

Finalmente, sumamos las probabilidades:

$$\begin{aligned} P(\text{falle en exactamente uno de los meses}) &= P(A \cap B^c) + P(A^c \cap B) \\ &= 0,2 + 0,1 = 0,3 \end{aligned}$$