An abstract graphic on the left side of the slide. It features a large circle filled with a complex, overlapping pattern of various colored polygons (triangles, squares, hexagons) in shades of red, orange, green, teal, pink, and grey. Surrounding this central circle are several other geometric elements: a blue circle in the top left, a green line forming a partial square in the top right, a green line forming a partial square in the bottom left, and an orange circle with yellow dashed lines radiating from it in the bottom right.

Simulación Monte Carlo

¿Qué es y para qué sirve?

Presenta: Dr. Mauricio Rosales-Rivera

Introducción a simulaciones Monte Carlo

¿Qué es Monte Carlo?

Es una técnica matemática que se utiliza para estimar los posibles resultados de un evento incierto

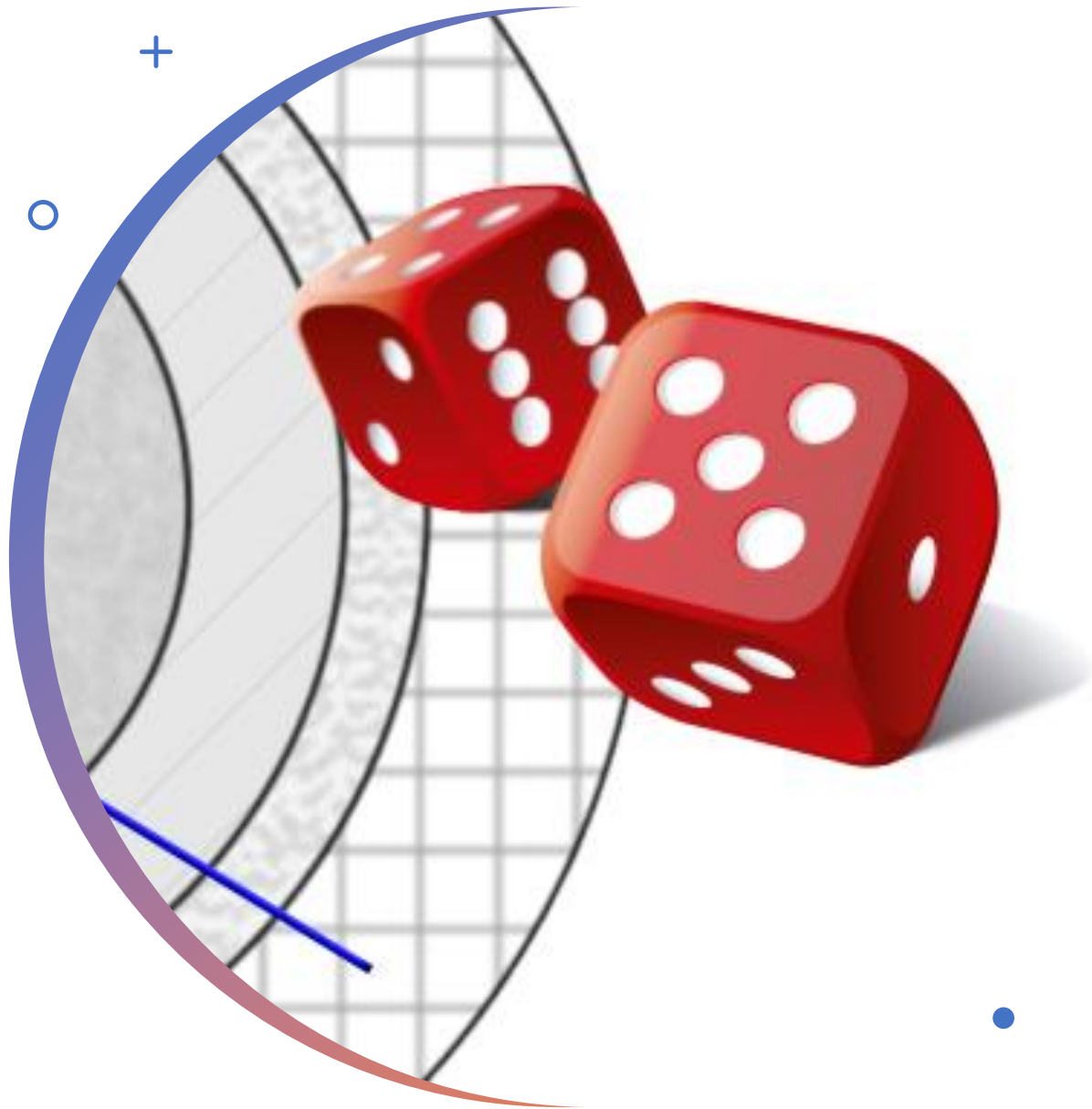
Nos permite ver todos los posibles resultados de las decisiones y evaluar el impacto del riesgo, lo que permite una mejor toma de decisiones en condiciones de incertidumbre.



Un poco de historia

- Inventado por John von Neumann y Stanislaw Ulam durante la **Segunda Guerra Mundial** para mejorar la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre.





Monte Carlo

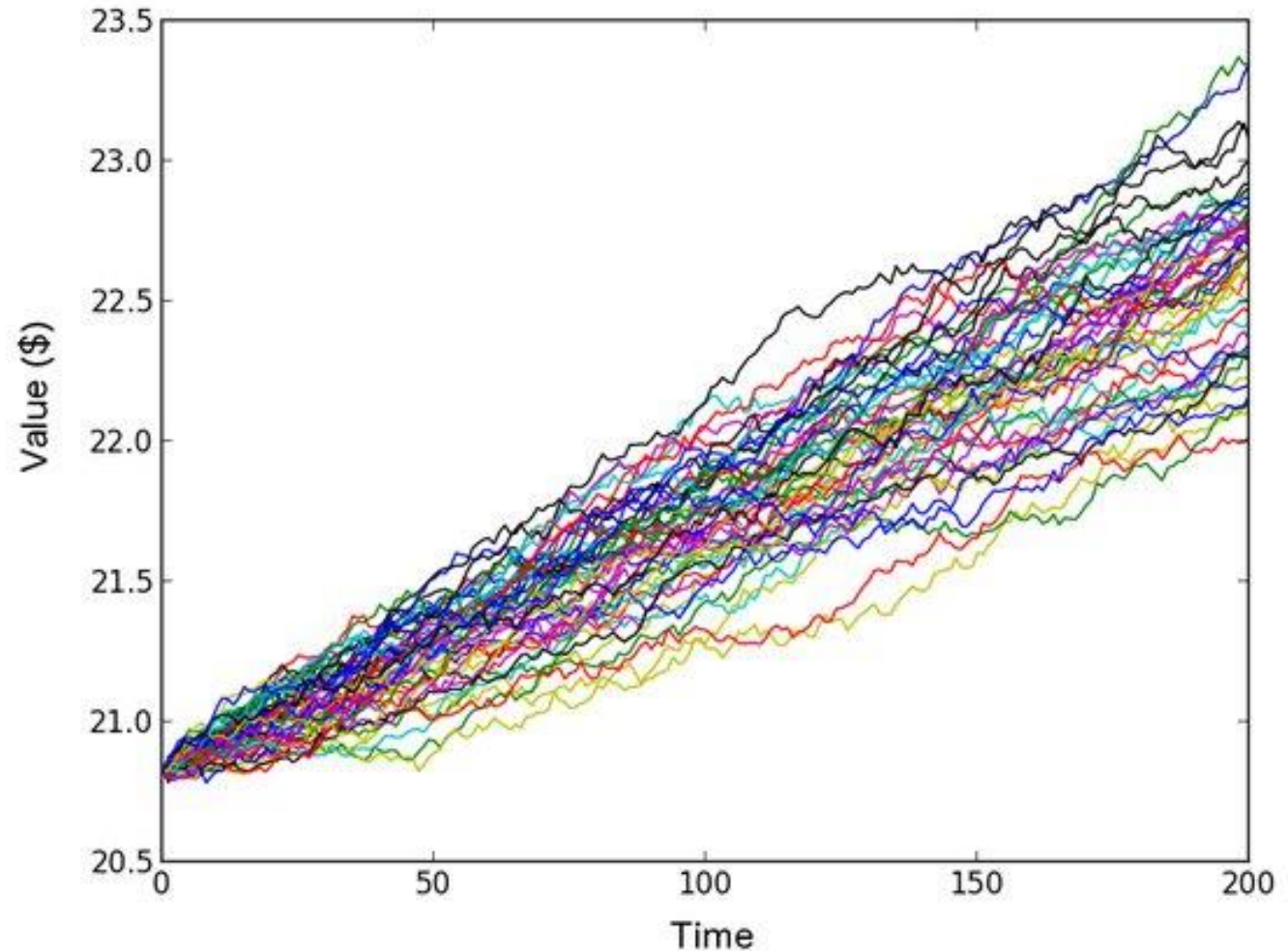
Fue nombrado así por la ciudad de Montecarlo en Mónaco donde se juega “la ruleta”, el juego de azar que genera resultados aleatorios.

Este método surge formalmente en el año **1944**, sin embargo, ya existían prototipos y procesos anteriores que se basaban en los mismos principios.

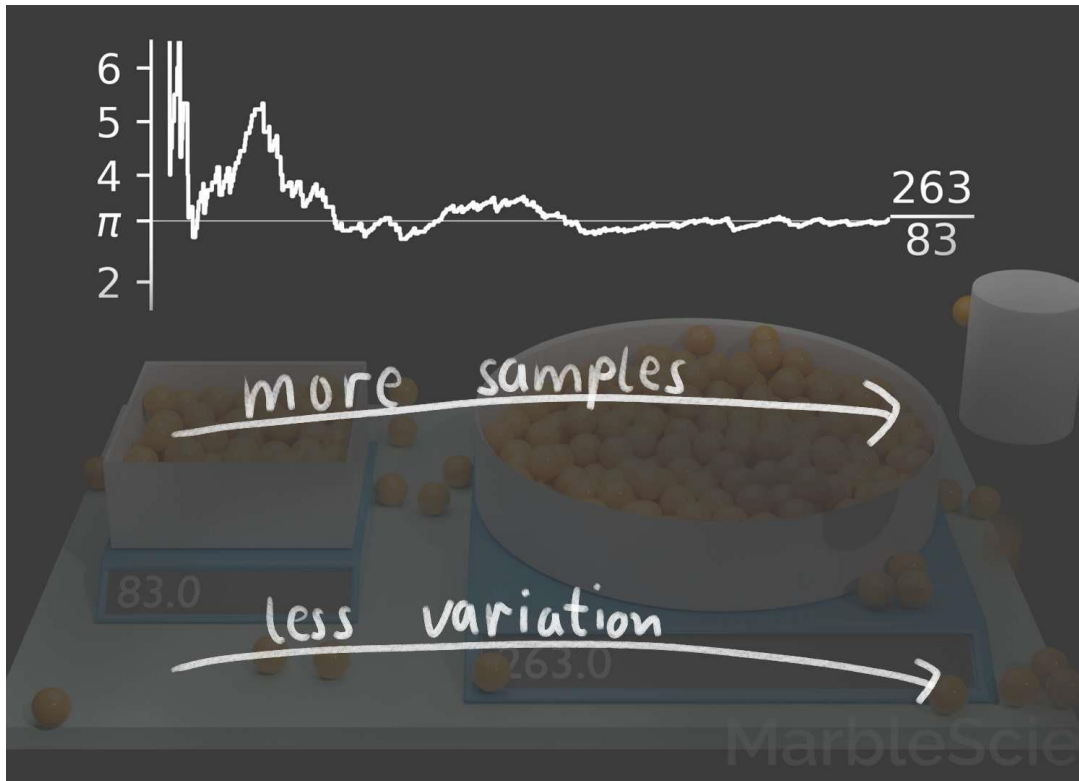
Importancia en el análisis de datos del mundo real

- Ayudan a explicar el impacto del riesgo y la incertidumbre en los modelos de predicción y previsión.
- Una simulación requiere asignar diversos valores a una variable incierta para lograr múltiples resultados y luego promediar los resultados para obtener una estimación.

Simulated paths of the value of an asset using Monte Carlo



¿Dónde es utilizado?

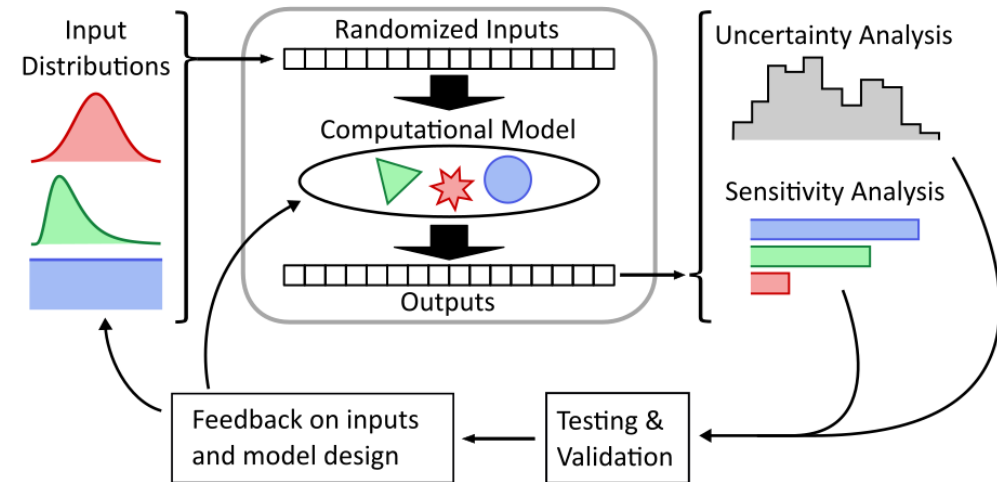


La técnica es utilizada por profesionales en campos tan dispares como:

- finanzas, gestión de proyectos, energía, fabricación, ingeniería, investigación y desarrollo, seguros, petróleo y gas, transporte y medio ambiente.
- evaluación del impacto del riesgo en muchos escenarios de la vida real, como en inteligencia artificial, precios de acciones, previsión de ventas, gestión de proyectos y precios.

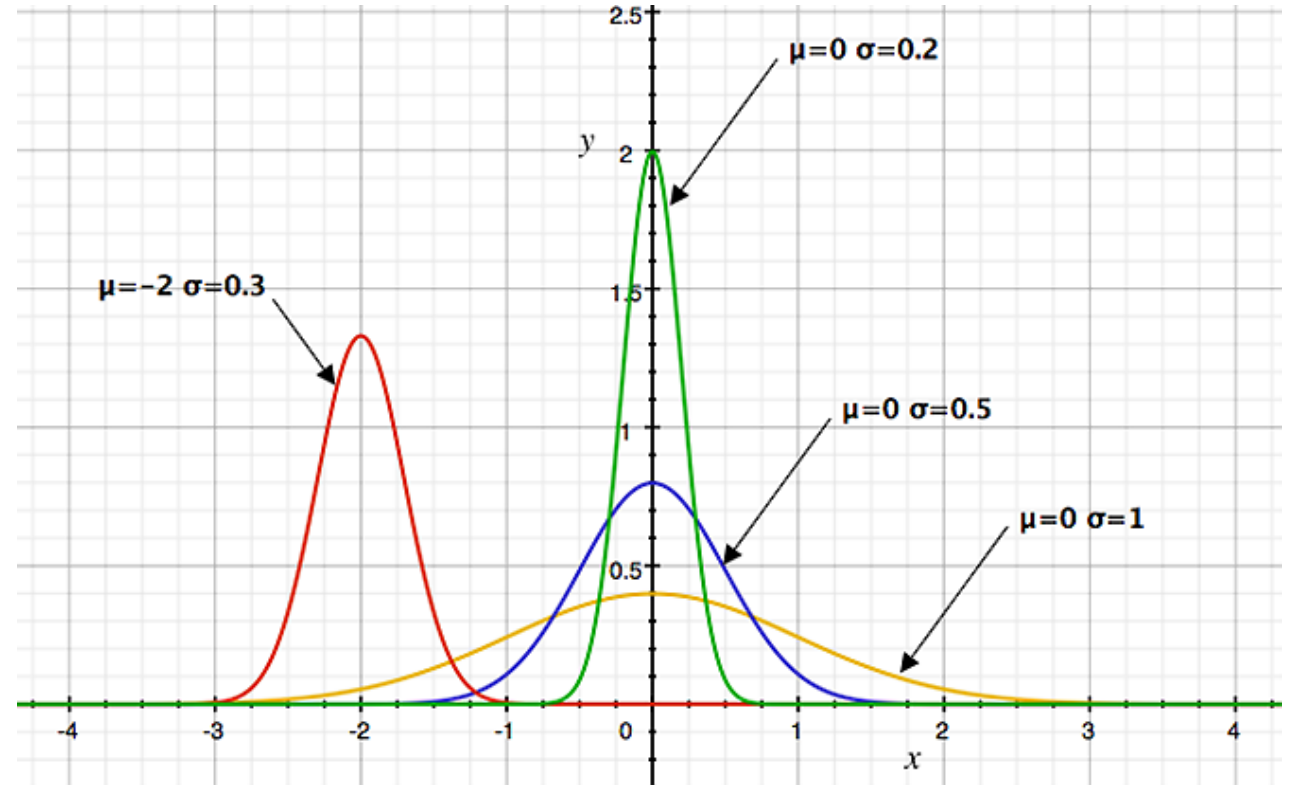
Métodos Monte Carlo

- El análisis de sensibilidad permite a los tomadores de decisiones ver el impacto de los insumos individuales en un resultado dado y la correlación les permite comprender relaciones entre cualquier variable.

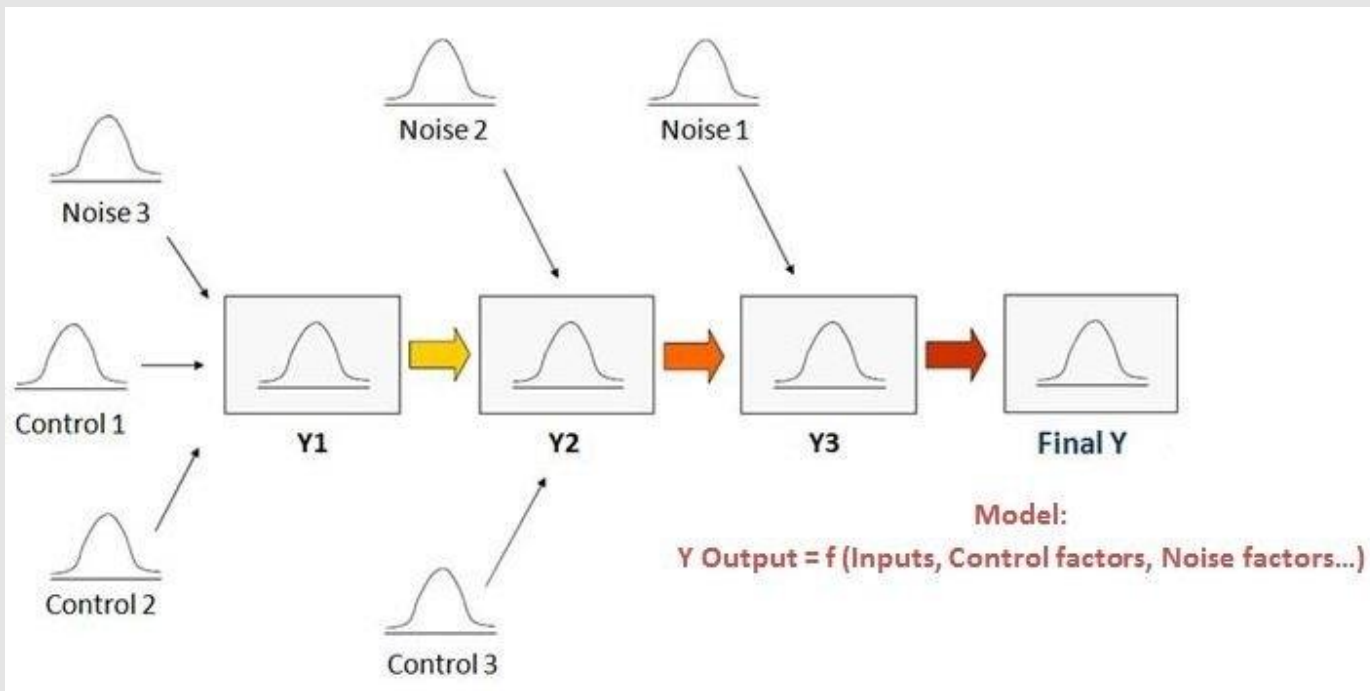


¿Cómo funcionan estos métodos?

- Realiza análisis de riesgo mediante la construcción de modelos de posibles resultados sustituyendo un rango de valores (**una distribución de probabilidad**) por cualquier factor que tenga incertidumbre inherente.

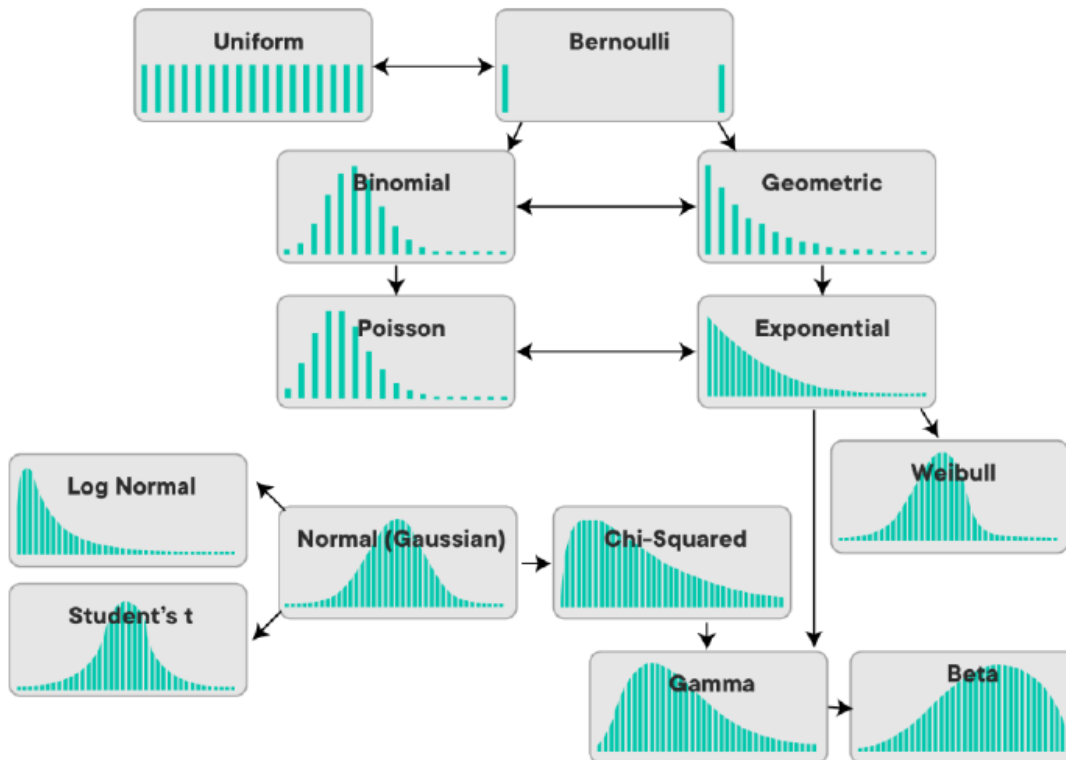


¿Cómo funcionan estos métodos?



- Calcula los resultados una y otra vez, cada vez utilizando un conjunto diferente de valores aleatorios de las funciones de probabilidad.
- Dependiendo del número de incertidumbres y los rangos especificados para ellas, una simulación de Monte Carlo podría involucrar miles o decenas de miles de nuevos cálculos antes de completarse.
- La simulación de Monte Carlo produce distribuciones de posibles valores de resultado.

Cómo funcionan estos métodos?



AL USAR DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD, LAS VARIABLES PUEDEN TENER DIFERENTES PROBABILIDADES DE QUE OCURRAN DIFERENTES RESULTADOS.



LAS DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD SON UNA FORMA MUCHO MÁS REALISTA DE DESCRIBIR LA INCERTIDUMBRE EN LAS VARIABLES DE UN ANÁLISIS DE RIESGO.

A close-up, shallow depth-of-field photograph of a computer keyboard. The keys are dark, and the background is a soft, out-of-focus blue light. The text is overlaid on the lower half of the image.

¿Cómo utilizar estos métodos?

Tenemos tres pasos básicos

A solid orange horizontal bar spanning the width of the slide, located at the bottom.

Primero...

- Configurar el modelo predictivo, identificando tanto la variable dependiente a predecir como las variables independientes (también conocidas como variables de entrada, riesgo o predictoras) que impulsarán la predicción.



Segundo ...

Especificar las distribuciones de probabilidad de las variables independientes.

Utiliza datos históricos y / o el juicio subjetivo del analista para definir un rango de valores probables y asigne ponderaciones de probabilidad para cada uno.



Tercero ...

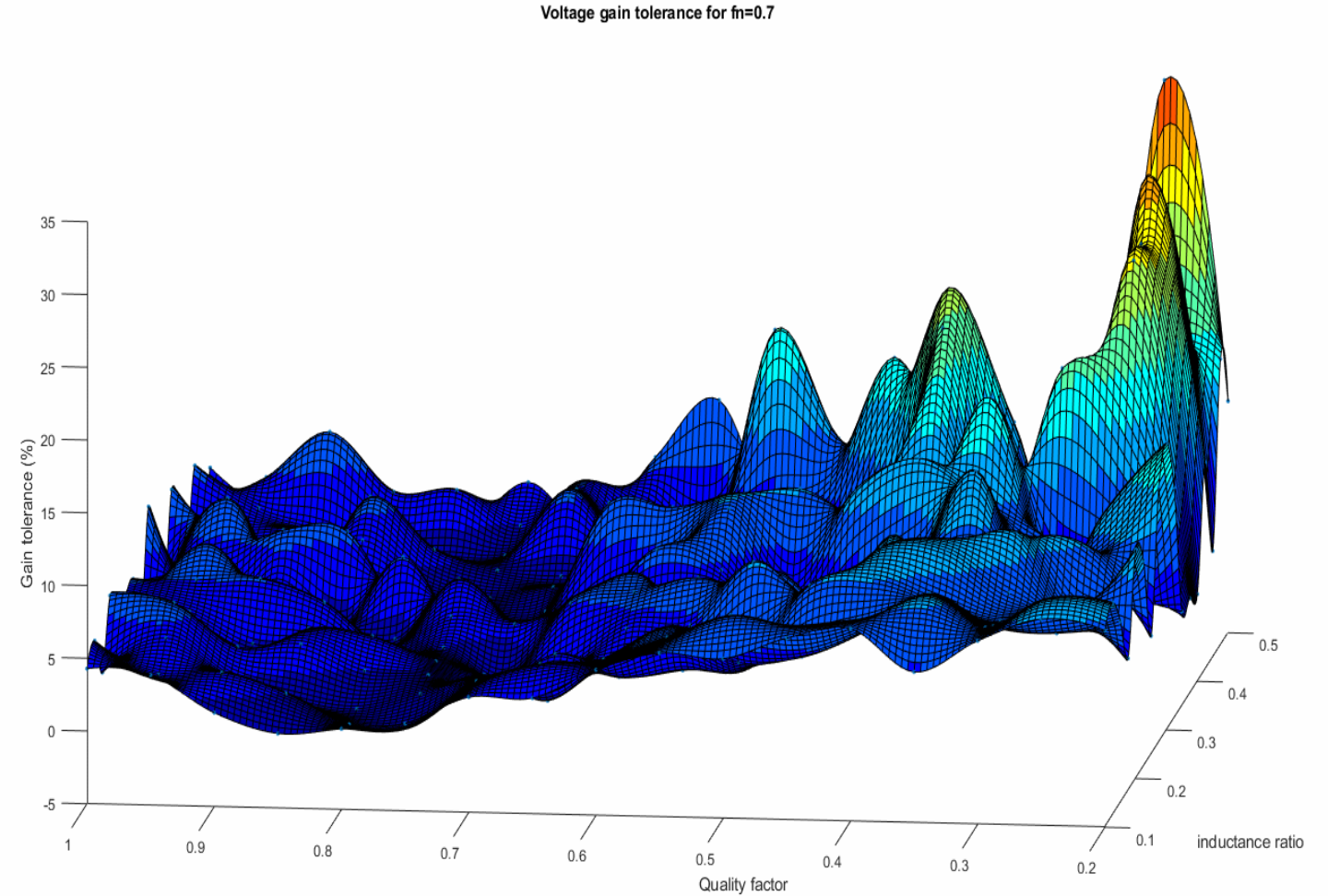
Ejecutar simulaciones repetidamente, generando valores aleatorios de las variables independientes.

Haremos esto hasta obtener suficientes resultados para formar una muestra representativa del número casi infinito de combinaciones posibles.



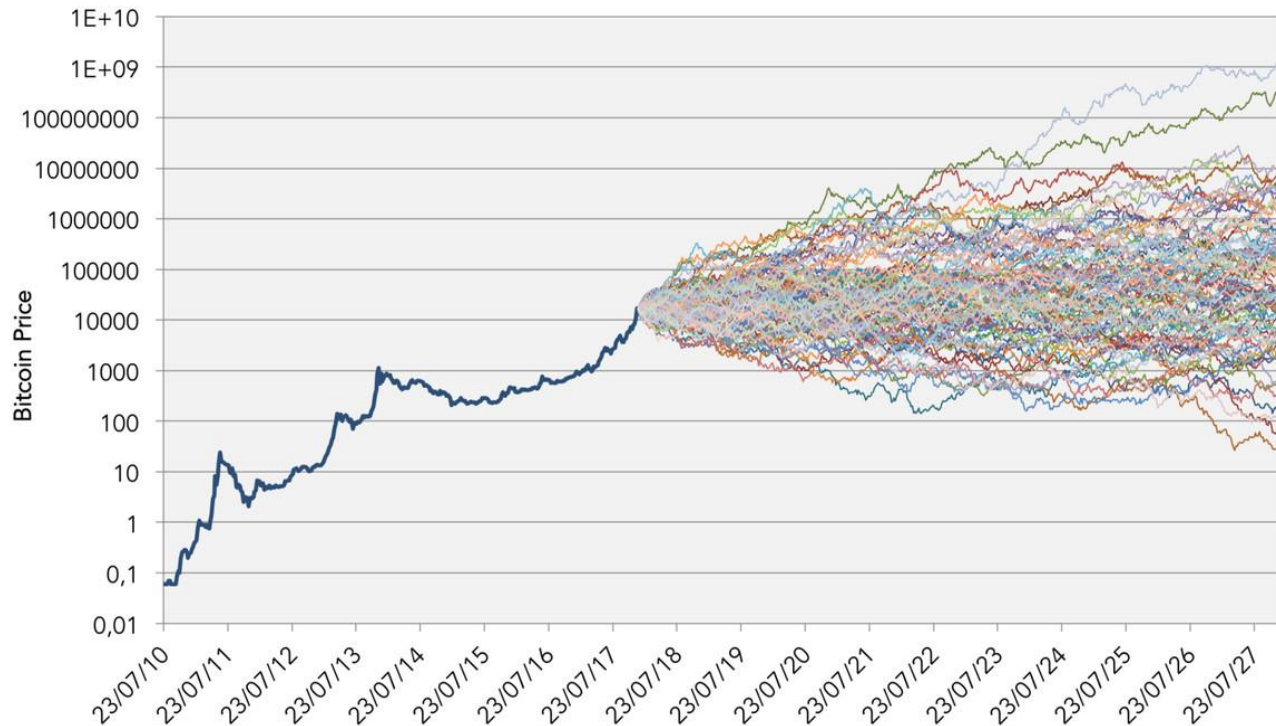
En resumen

- Podemos ejecutar tantas simulaciones de Monte Carlo como deseemos, modificando los parámetros subyacentes que utilizamos para simular los datos.



Simulaciones

Bitcoin price (Montecarlo simulation M=64%; V=79%)



Sin embargo, también podemos calcular el rango de variación dentro de una muestra mediante el cálculo de la varianza (y/o desviación estándar), que son medidas de dispersión de



Normalmente, las variaciones más pequeñas se consideran mejores.

Incertidumbre y Riesgo

- El análisis de riesgos es el estudio sistemático de las incertidumbres y los riesgos que encontramos en los negocios, la ingeniería, las ciencias y muchas otras áreas.
- La simulación de Monte Carlo es una poderosa herramienta cuantitativa que se utiliza a menudo en el análisis de riesgos.

¿Diferencias?

- La incertidumbre es una característica intrínseca de algunas partes de la naturaleza; es la misma para todos los observadores.
- Pero el riesgo es específico de una persona o empresa, no es el mismo para todos los observadores.

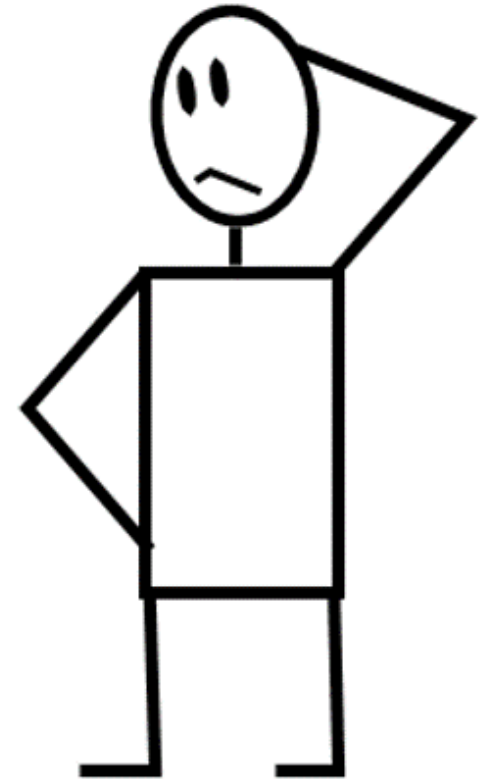


Ejemplo

- La posibilidad de que llueva mañana es incierta para todos; pero el riesgo de mojarme es específico para mí sí:
- (a) tengo la intención de salir al aire libre y
- (b) considero que mojarme es indeseable.

*“Risk is
measurable
uncertainty”*

*“Uncertainty is
unmeasurable
risk”*



Otro ejemplo

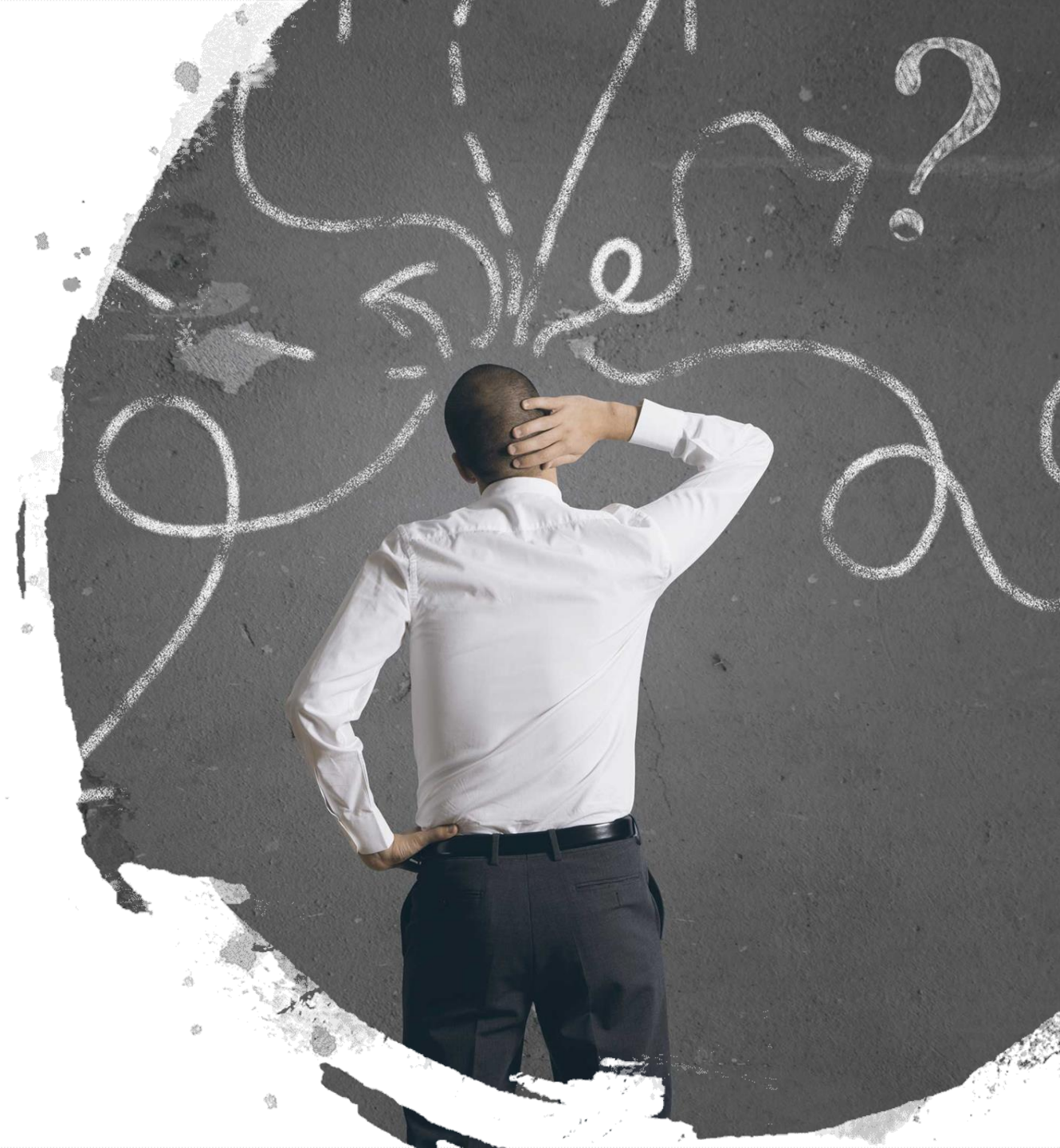
- La posibilidad de que la acción A baje de precio mañana es una incertidumbre tanto para ustedes como para mí; pero si ustedes son dueños de las acciones durante mucho tiempo y yo no, es un riesgo solo de ustedes.



Risk → Uncertainty
Uncertainty ~~→~~ Risk

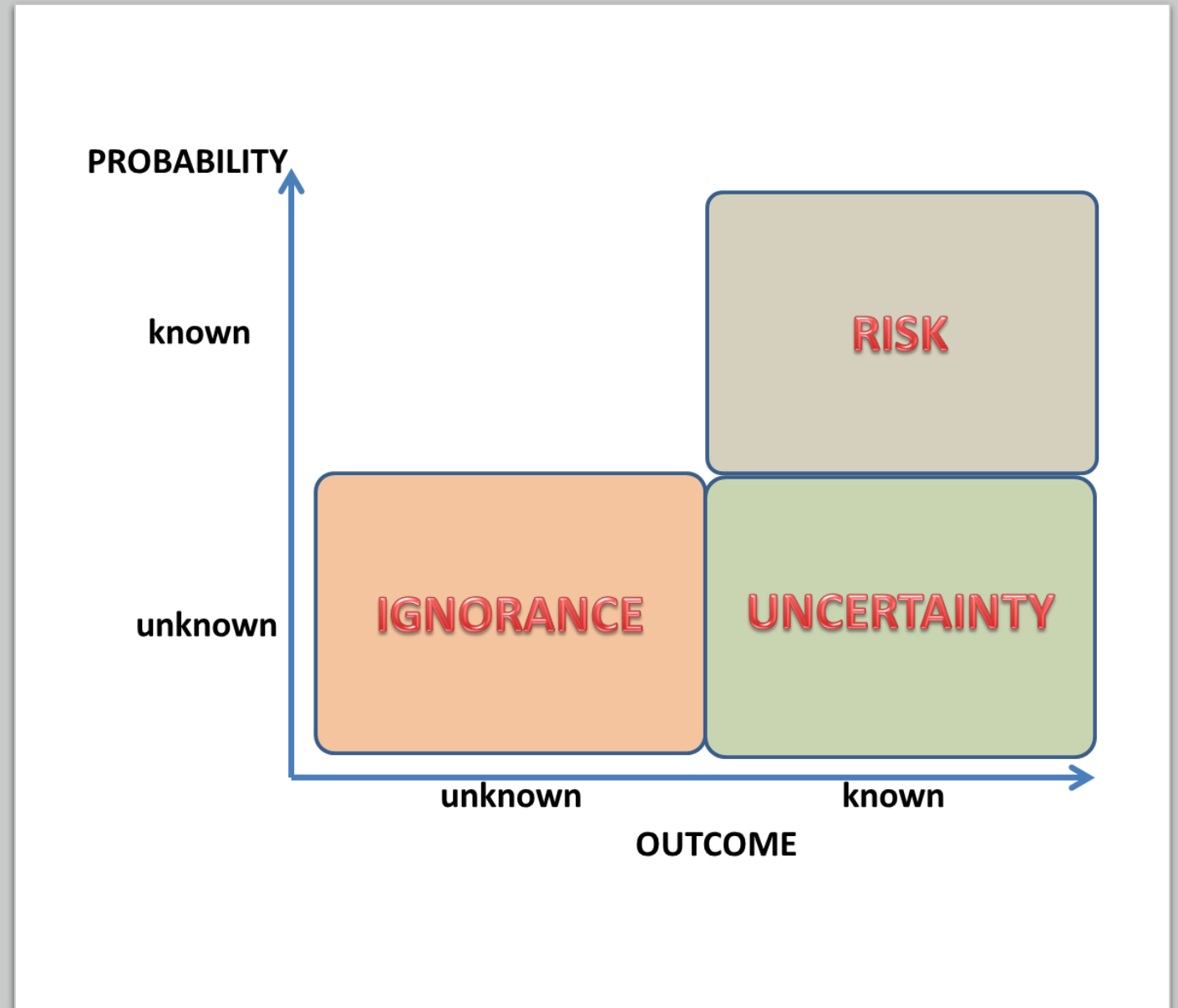
Muchos, pero no todos,
los riesgos implican
elecciones.

- Al tomar alguna acción,
podemos exponernos
deliberadamente al riesgo,
normalmente porque esperamos
una ganancia que nos compensa
con creces por asumir dicho
riesgo.



Otro ejemplo


- Si ustedes y yo llegamos a un puente que atraviesa un cañón que queremos cruzar y notamos signos de debilidad en su estructura, existe incertidumbre sobre si el puente puede soportar nuestro peso, independientemente de nuestras acciones.
- Si elijo cruzar el puente para llegar al otro lado y ustedes deciden quedarse donde están, correré el riesgo de que el puente no aguante mi peso, pero ustedes no.



- Si hay mucho en juego, podemos y debemos abordar el riesgo de forma explícita, con la ayuda de un modelo cuantitativo.
- Como seres humanos, tenemos heurísticas o "reglas generales" para lidiar con el riesgo, pero estas no nos sirven muy bien en muchas situaciones comerciales y de políticas públicas.

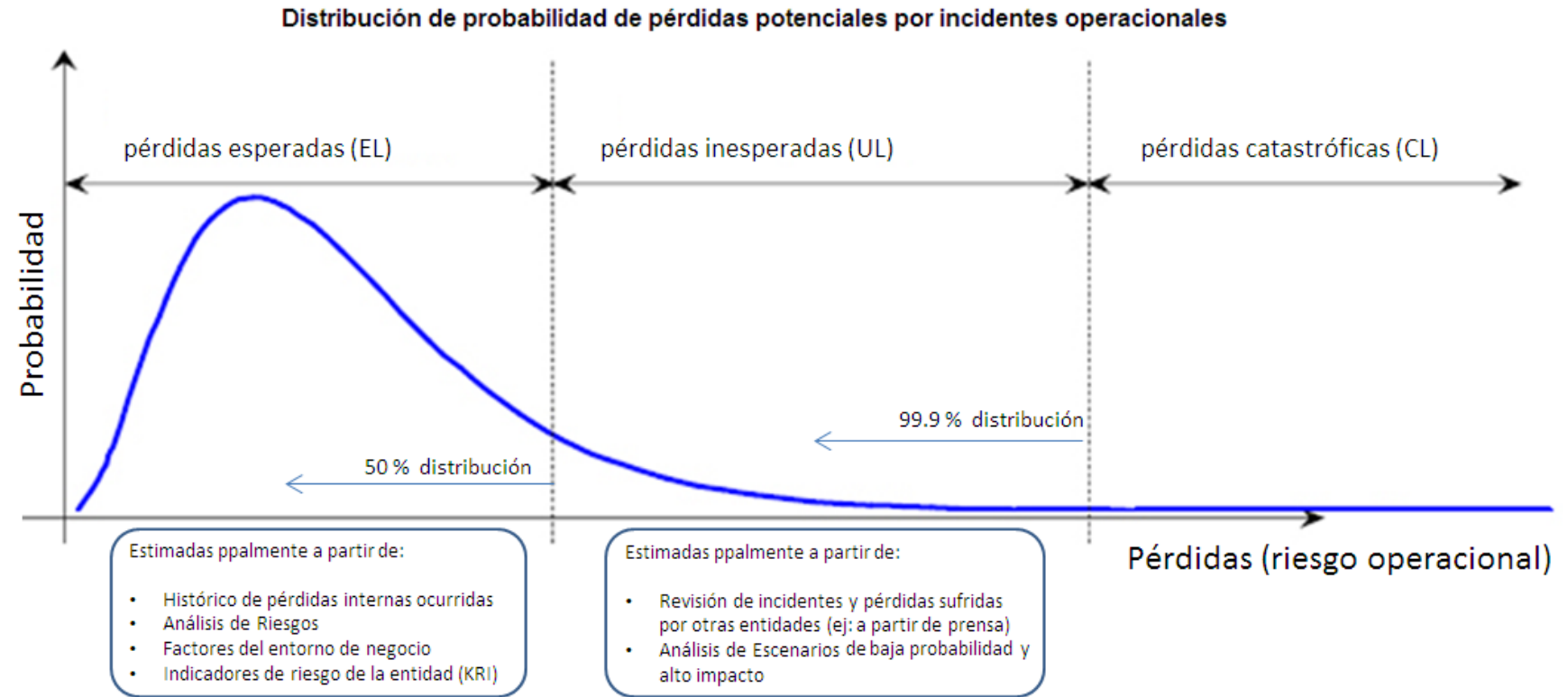
Cómo lidiar con el riesgo

Cómo lidar con el riesgo



- De hecho, muchas investigaciones muestran que tenemos sesgos cognitivos, como sobreponderar el evento adverso más reciente y proyectar los buenos o malos resultados actuales demasiado lejos en el futuro, que van en contra de nuestro deseo de tomar las mejores decisiones.

Análisis de riesgo



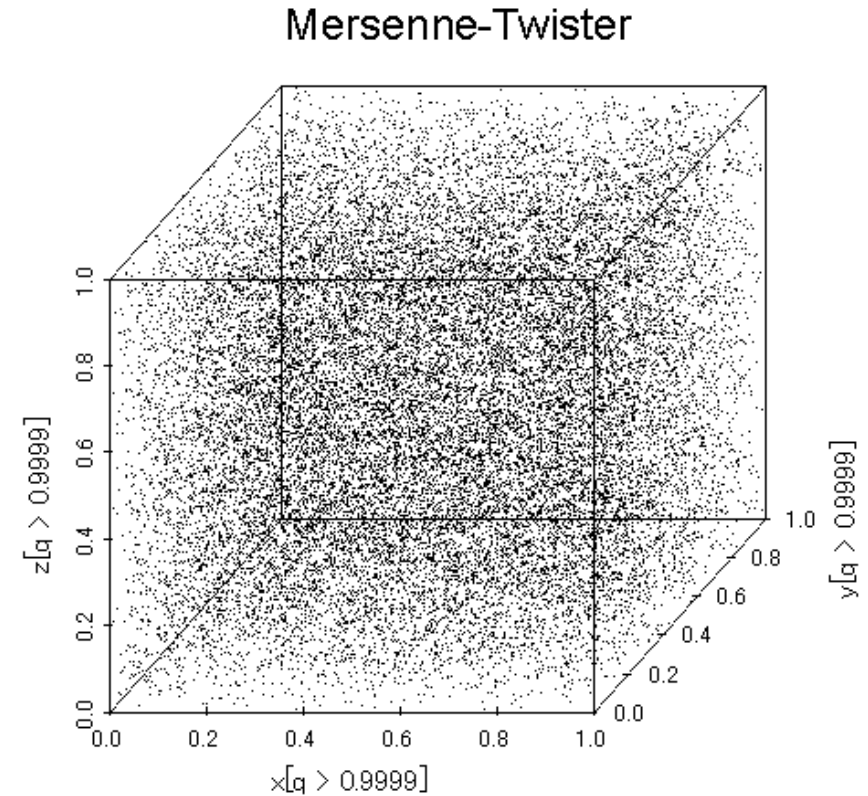
- El análisis de riesgo puede ayudarnos a analizar, documentar y comunicar a los principales responsables de la toma de decisiones y las partes interesadas el grado de incertidumbre, los límites de nuestro conocimiento y las razones para tomar una acción.

Simulation Software: The Next Step

- Elegir al azar es la parte más fácil: en el mundo externo, si solo hubiera dos valores posibles, podríamos usar un lanzamiento de moneda, o si hubiera muchos, podríamos hacer girar una ruleta.
- El software analógico es un generador de números (pseudo) aleatorios o RNG, como la función `RAND ()` en Excel.

RNG

- Este es solo un algoritmo que devuelve un valor "impredecible" cada vez que se llama, siempre dentro de un rango (entre 0 y 1 para `RAND ()`).
- Los valores que obtenemos de un generador de números (pseudo) aleatorios son efectivamente "aleatorios" para nuestros propósitos, pero no son realmente impredecibles; después de todo, son generados por un algoritmo.
- La propiedad clave del RNG es que, a lo largo de millones de llamadas a funciones, los valores que devuelve se "equidistribuyen" en el rango especificado.





Aleatoriedad numérica (RNGs)

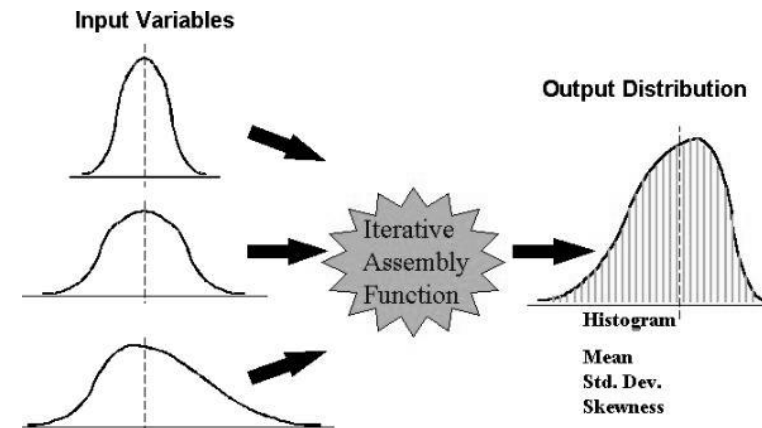
- La mayoría de los lenguajes de programación hoy en día contienen un **generador de números aleatorios** por defecto al cual simplemente debemos ingresarle un valor inicial, (**seed** o semilla), y que luego en cada 'invocación' nos va a devolver una secuencia uniforme de variables aleatorias independientes en algún intervalo

Números pseudoaleatorios

```
In [1]: # Utilizando random para genera números aleatorios.  
import random  
  
random.seed(1984) # semilla para replicar la aleatoriedad  
random.random() # primer llamado a random  
  
Out[1]: 0.36352835585530807  
  
In [2]: random.random() # segundo llamado a random  
  
Out[2]: 0.49420568181919666  
  
In [3]: for i in range(5):  
        print(random.random()) # 5 números aleatorios  
  
0.33961008717180197  
0.21648780903913534  
0.8626522767441037  
0.8493329421213219  
0.38578540884489343
```

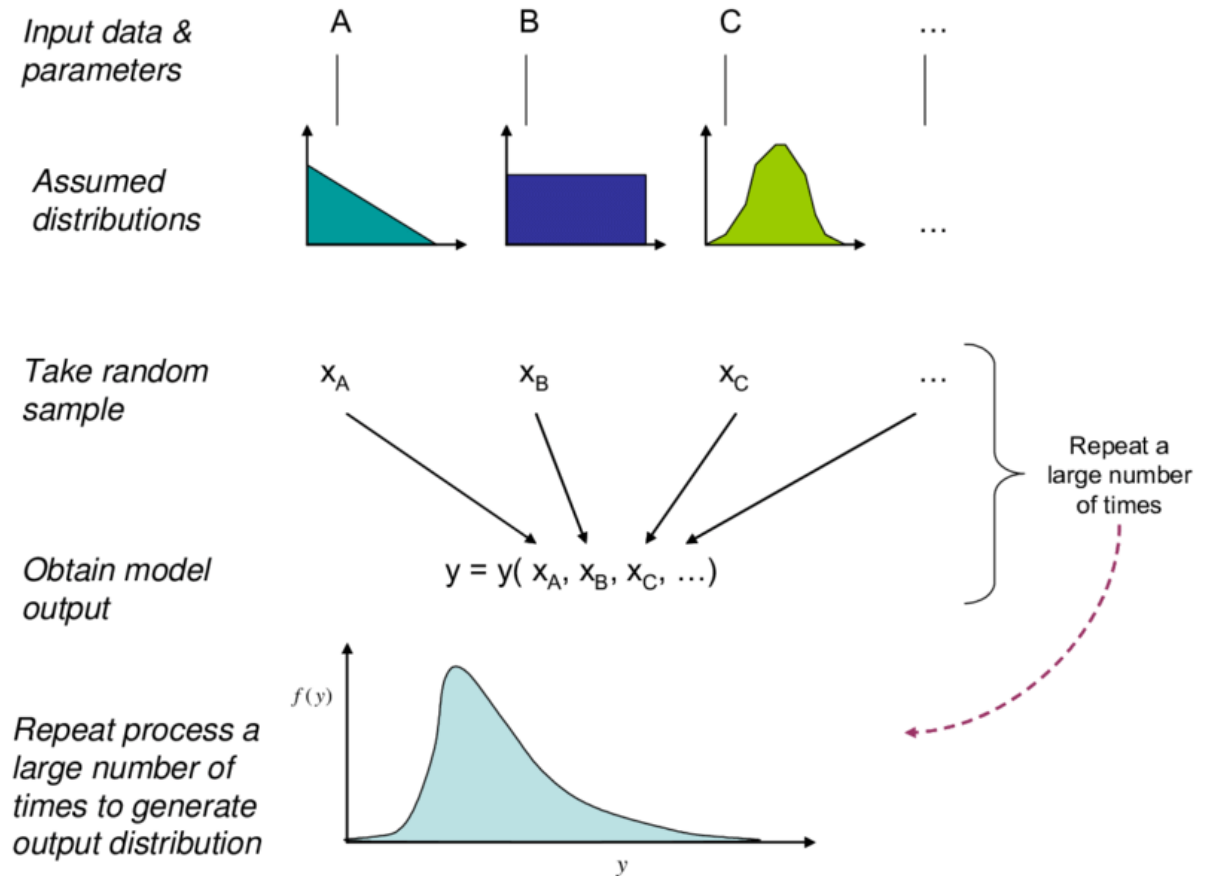

Qué sucede en una simulación de Monte Carlo

- Dado un generador de números aleatorios y distribuciones de probabilidad apropiadas para los parámetros de entrada inciertos, lo que sucede cuando ejecuta una simulación de Monte Carlo es bastante simple:



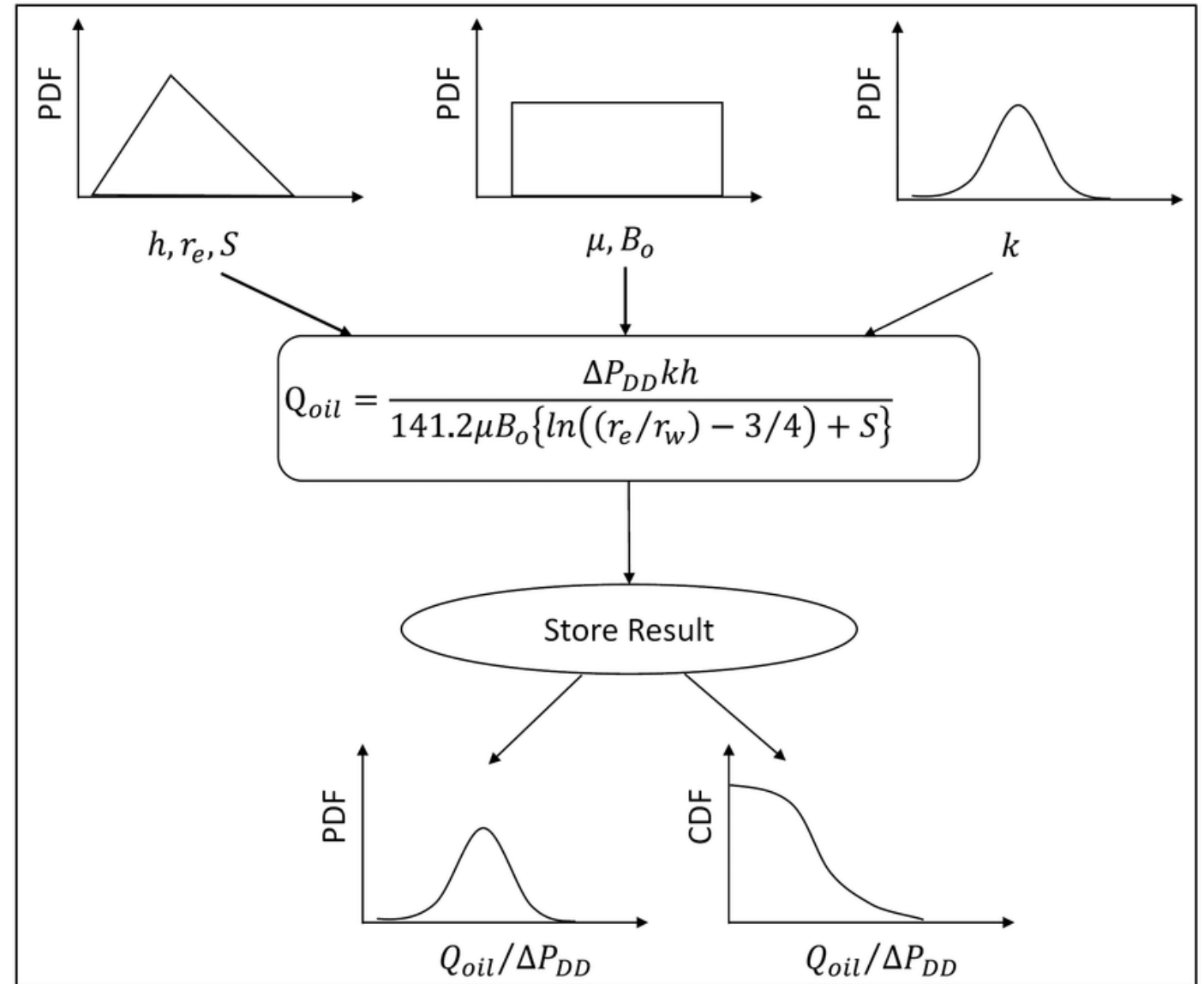
RNG

- Bajo el control del software, la computadora hace 1,000 o 10,000 cálculos de escenarios hipotéticos: uno de esos cálculos se denomina "prueba" de Montecarlo.
- En cada prueba, el software utiliza el RNG para elegir aleatoriamente un valor de "muestra" para cada parámetro de entrada, respetando las frecuencias relativas de su distribución de probabilidad.

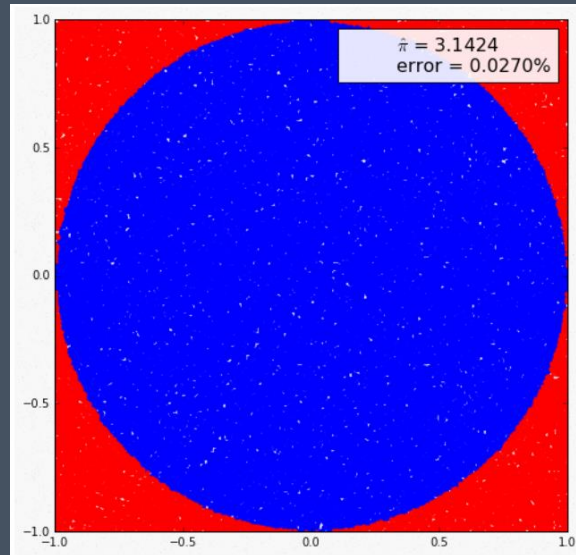
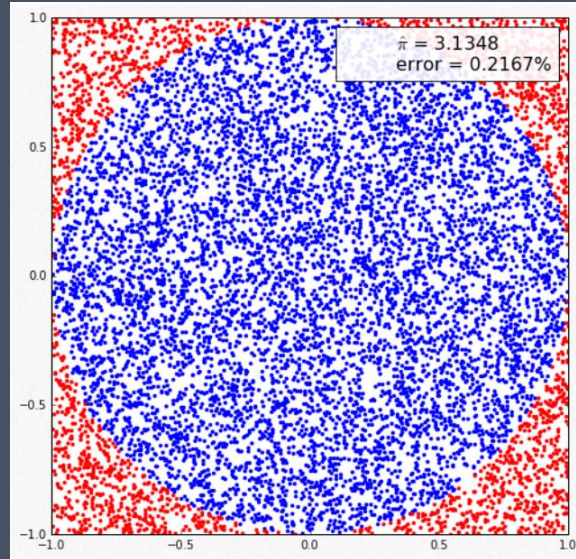


RNG -> Resultados

- Por ejemplo, para una distribución normal, los valores cercanos al pico de la curva se muestrearán con mayor frecuencia.
- Si ha especificado correlaciones, modifica estos valores para respetar las correlaciones. Luego, se calcula el modelo y se guardan los valores de los resultados que ha especificado. ¡Es tan simple como eso!



Ejemplo breve



```
# importando modulos necesarios
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np # importando numpy
import pandas as pd # importando pandas
from scipy import stats
```

```
np.random.seed(1984) # para poder replicar el random
```

```
%matplotlib inline
```

```
# Ejemplo: Aproximando el valor de pi - área de un círculo de
# radio = 1.
```

```
def mc_pi_aprox(N=10000):
    plt.figure(figsize=(8,8)) # tamaño de la figura
    x, y = np.random.uniform(-1, 1, size=(2, N))
    interior = (x**2 + y**2) <= 1
    pi = interior.sum() * 4 / N
    error = abs((pi - np.pi) / pi) * 100
    exterior = np.invert(interior)
    plt.plot(x[interior], y[interior], 'b.')
    plt.plot(x[exterior], y[exterior], 'r.')
    plt.plot(0, 0, label='$\hat{\pi} = {:.4f}$\nerror = {:.4f}%'.format(pi,error), alpha=0)
    plt.axis('square')
    plt.legend(frameon=True, framealpha=0.9, fontsize=16)

mc_pi_aprox()
```



Fin

¡Gracias!