

# Métodos de MonteCarlo

Curso 2023

Obligatorio 5 - Ejercicio 8.1

Grupo 05

Juan Manuel Varela

Nicolás Farías

# Contenido

<b>Descripción del Problema</b>	<b>3</b>
<b>Parte a</b>	<b>4</b>
random.org	4
Tabla RAND Corporation	4
<b>Parte b</b>	<b>5</b>
Detalles Técnicos	6
Log de Ejecuciones	6

# Descripción del Problema

Entrega 5

Ejercicio 8.1 : (grupal)

a) Elegir al menos dos fuentes de números aleatorios disponibles en Internet (sitio o tabla con valores). Explicar cómo funcionan, cómo se accede a los números, y qué características tienen.

b) En base a este análisis, elegir una de las fuentes, fundamentar la selección, y modificar el ejercicio 3.1, parte a (visto en la sesión 3) para que emplee dichos números aleatorios (en lugar de los generados por bibliotecas como hasta el momento). Comparar si la salida obtenida es consistente o no con la obtenida en los experimentos de la parte a del ejercicio 3.1.

# Parte a

## random.org

La primera fuente de números aleatorios elegida es el sitio random.org. Genera números verdaderamente aleatorios a partir de la medición del ruido atmosférico, específicamente, a partir de variaciones en la amplitud de la onda. La primera versión del generador, creada en 1997, funcionaba con una simple radio conectada a una computadora. Actualmente cuenta con una configuración distribuida geográficamente, lo que le permite brindar servicios con mayor eficiencia y confiabilidad, apuntando a poder satisfacer usos más críticos, como por ejemplo juegos de azar. No obstante, la generación de números sigue basándose en el mismo fenómeno físico (ruido atmosférico) como fuente de aleatoriedad.

Los números pueden generarse, y descargarse a través de formularios en el sitio web, así como también haciendo pedidos directamente sobre una API HTTP.

El sitio permite generar los datos en varios formatos, desde cadenas alfanuméricas, números enteros, números con distribución normal, y números entre 0 y 1 con distribución uniforme. También ofrece formatos más orientados a juegos de azar, como ser dados, monedas y números de lotería.

## Tabla RAND Corporation

La segunda fuente de números aleatorios seleccionada es la tabla de dígitos aleatorios creada por la RAND Corporation en la década de 1950, la cual se encuentra en el libro "A Million Random Digits with 100,000 Normal Deviates". Esta tabla ofrece una colección de dígitos genuinamente aleatorios, originados a partir de un meticuloso proceso que involucra una máquina electrónica conocida como Electronic Roulette Wheel, encargada de emitir pulsos electrónicos aleatorios.

Las líneas de la tabla de dígitos están numeradas del 00000 al 19999. Al usar la tabla, primero se debe encontrar una posición inicial aleatoria. Un procedimiento común para hacer esto es abrir el libro en una página no seleccionada previamente de la tabla de dígitos y elegir a ciegas un número de cinco dígitos; este número, con el primer dígito reducido módulo 2, determina la línea de inicio; los dos dígitos a la derecha del número de cinco dígitos inicialmente seleccionado se reducen módulo 50 para determinar la columna de inicio en la línea de inicio. Para evitar la tendencia de los libros a abrirse repetidamente en la misma página y la tendencia natural de una persona a elegir un número hacia el centro de la página: cada número de cinco dígitos utilizado para determinar una posición inicial debe marcarse y no utilizarse una segunda vez con este propósito.

Por lo general, la tabla se lee en la misma dirección en la que se lee un libro; sin embargo, el tamaño efectivo de la tabla puede incrementarse variando la dirección en la que se lee. De esta manera, se pueden leer columnas en lugar de filas, leer la tabla en sentido inverso, leer las filas hacia adelante pero las páginas de abajo hacia arriba, entre otras opciones. Por supuesto, es necesario tener cuidado al utilizar estos métodos para evitar introducir correlaciones cuando la tabla se emplea más de una vez en el mismo problema.

En resumen, de la tabla se pueden extraer números del 0 al 9 de una distribución uniforme, a partir de esto se pueden hacer manipulaciones para convertir estos dígitos en números (enteros o reales) dentro de un rango deseado.

## Parte b

Luego de analizar ambas fuentes, decidimos utilizar el sitio random.org, dada la facilidad que brinda para generar y descargar los números aleatorios. Además, nos pareció interesante el enfoque de utilizar ondas de radio como fuente de aleatoriedad. Otro detalle importante es que, entre las distintas variantes, permite generar números entre 0 y 1 con distribución uniforme, lo cual es exactamente lo que necesitamos para el ejercicio 3.1. También, el hecho de que la tabla de la RAND Corporation tenga únicamente 1 millón de dígitos, hace difícil obtener la cantidad de números aleatorios necesarios de esa fuente, ya que para generar un único número entre 0 y 1 se necesitarían varios de esos dígitos, dependiendo de la precisión.

Un problema con el que nos topamos al obtener los números de random.org, fue la limitación que impone el sitio sobre la cantidad de números a generar. Debido a esto, decidimos generar los números con una precisión de 20 decimales (el máximo posible) y luego convertir cada uno de ellos en dos números con precisión de 10 decimales. Con esto conseguimos duplicar la cantidad, y llegar a la cifra de 600000 números, lo cual nos permite correr el experimento del ejercicio 3.1 con una cantidad de replicaciones máxima igual a  $10^5$ .

Previamente en el ejercicio 5.1 ya habíamos elegido uno de los dos códigos que resolvían el ejercicio 3.1, por lo que optamos por seguir utilizando ese mismo código para este experimento. Modificamos el programa para que tome los números aleatorios a partir de un archivo que se pasa como parámetro. Como parte de la entrega se adjunta el archivo random.txt que contiene los 600000 números aleatorios utilizados para la ejecución.

A continuación se muestra el resultado de la ejecución.

N	Estimación	Desviación Estándar	Tiempo (segundos)
10000	0.000000	0.000000	0.146513
100000	0.000150	0.000039	0.298007

Los resultados obtenidos en el ejercicio 3.1 con números pseudoaleatorios habían sido los siguientes.

N	Estimación	Desviación Estándar	Tiempo (segundos)
10000	0.000100	0.000100	0.022766
1000000	0.000285	0.000017	2.034052

Se puede observar que, usando número de replicaciones de  $10^4$ , se obtiene una estimación de 0.000000 para el volumen de la región, lo que implica que todos los puntos generados cayeron fuera de ella, esto es consistente con los resultados obtenidos en el ejercicio 3.1, en donde sólo un punto cayó dentro de la región. Claramente esta cantidad de replicaciones no es suficiente para dar una estimación razonable

Por otro lado, teniendo una cantidad de replicaciones que cae entre medio de las dos ejecuciones del ejercicio 3.1, los valores obtenidos para el estimador y desviación estándar también caen entre medio de sus respectivos valores, lo cual también es consistente.

## Detalles Técnicos

El código se implementó en lenguaje Python.

Se ejecutó en una PC de escritorio con las siguientes características:

Procesador Intel I5-12400, 32 Gb RAM, Windows 10

## Log de Ejecuciones

Se muestran a continuación capturas de pantalla de las ejecuciones del programa.

```
In [4]: runcell(0, 'C:/Users/Juan Manuel/Downloads/obligatorio5.py')
N:      10000      Estimador:  0.000000      Desviación Estándar:  0.000000
Tiempo(segundos):  0.146513
```

```
In [2]: runcell(0, 'C:/Users/Juan Manuel/Downloads/obligatorio5.py')
N:      100000      Estimador:  0.000150      Desviación Estándar:  0.000039
Tiempo(segundos):  0.298007
```