
TP 1.2 - ESTUDIO ECONÓMICO-MATEMÁTICO DE APUESTAS EN LA RULETA

Francisca Gramaglia

Leg. 51424

Universidad Tecnológica Nacional - FRRO
Zeballos 1341, S2000, Argentina
franciscagramaglia714@gmail.com

Mateo Simón Arach

Leg. 51394

Universidad Tecnológica Nacional - FRRO
Zeballos 1341, S2000, Argentina
matearach@gmail.com

Milton Rubén Borsato Gimenez

Leg. 51391

Universidad Tecnológica Nacional - FRRO
Zeballos 1341, S2000, Argentina
borsatomilton@gmail.com

José Ignacio Dayer

Leg. 51508

Universidad Tecnológica Nacional - FRRO
Zeballos 1341, S2000, Argentina
nachodayer@gmail.com

Valentin David Marchese

Leg. 51745

Universidad Tecnológica Nacional - FRRO
Zeballos 1341, S2000, Argentina
marchese52002@gmail.com

Joaquin Garcia Forestello

Leg. 51462

Universidad Tecnológica Nacional - FRRO
Zeballos 1341, S2000, Argentina
joaquin Garciaforestello@gmail.com

April 30, 2025

ABSTRACT

La ruleta, como juego de azar emblemático en casinos de todo el mundo, ha atraído la atención de apostadores ávidos y analistas por igual. En este estudio, nos sumergimos en el fascinante mundo de las estrategias de apuestas en la ruleta, explorando su efectividad bajo diferentes escenarios financieros. Desde la clásica Martingala hasta la intrincada secuencia Fibonacci, examinamos detenidamente cómo estas estrategias pueden influir en las ganancias y pérdidas de los jugadores en el largo plazo. Al considerar tanto un capital limitado como ilimitado, arrojam luz sobre la viabilidad práctica de estas estrategias y proporcionamos valiosas recomendaciones para los jugadores que buscan mejorar sus resultados en la ruleta.

Keywords Simulación · Trabajo Práctico · Ruleta

1 Introducción

Simular juegos de azar como la ruleta nos ayuda a entender y comprobar teorías estadísticas de forma práctica. En este trabajo vamos a comparar varias maneras de apostar usando programas de computadora. Queremos ver cómo funcionan estas estrategias en dos situaciones: cuando el jugador tiene dinero ilimitado y cuando su capital está limitado.

Además de explicar cómo funciona la ruleta, estudiaremos tres sistemas de apuesta clásicos: martingala, D'Alembert, Fibonacci y Paroli. Con la simulación veremos con qué frecuencia un jugador se queda sin dinero, cómo cambia su saldo con el tiempo y cuál es la ganancia o pérdida esperada a largo plazo.

Usaremos gráficos para mostrar resultados y detectar patrones: así entenderemos mejor cómo la estrategia, el riesgo y la probabilidad interactúan. De esta forma, podremos evaluar de manera clara las ventajas y desventajas de cada método

según el tamaño del capital y el nivel de riesgo, y veremos cómo pequeños cambios en las reglas pueden alterar mucho los resultados.

2 Estrategias de Apuesta

La ruleta es uno de los juegos de casino más emblemáticos. A lo largo de los años, los aficionados y expertos han desarrollado diversas estrategias con la esperanza de mejorar sus probabilidades de éxito y gestionar mejor sus apuestas.

En la siguiente sección, presentaremos y analizaremos cuatro estrategias populares entre los jugadores, estas son: la Martingala, D'Alembert, Fibonacci y Paroli. Para cada una de estas, explicaremos en que consisten, ventajas, desventajas adaptadas a capital finito como infinito

2.1 Martingala

La estrategia de Martingala es una de la mas simples dentro del juego, básicamente consiste en doblar tu apuesta después de una pérdida y mantener la misma cantidad después de una victoria. La idea es recuperar las pérdidas y conseguir beneficios una vez que ganas.

2.1.1 Mecánica

La mecánica básica implica una apuesta inicial, normalmente en apuestas externas de dinero simple en la ruleta, que se dobla después de una pérdida y se mantiene igual después de una ganancia.

La estrategia implica que hay que volver al tamaño de la apuesta inicial una vez que se produce una ganancia.

Según la Martingala, una sola inversión o apuesta no puede perder siempre, por lo que al aumentar la apuesta, sería posible llegar a alcanzar un punto de equilibrio en un periodo de tiempo determinado.

Sin embargo, es esencial tener los suficientes fondos para soportar las rachas perdedoras, ya que el aumento exponencial en el tamaño de la apuesta puede agotarlos rápidamente.

2.1.2 Aplicación en la Ruleta

La probabilidad de perder una sola ronda es del 50 por ciento (o $1/2$). Para dos pérdidas consecutivas, la probabilidad es $1/2 \times 1/2 = 1/4$, o lo que es lo mismo, un 25 por ciento. El patrón continúa, con las probabilidades reduciéndose exponencialmente a medida que se acumulan las pérdidas.

Esta caída exponencial es exactamente lo que da a la estrategia su atractivo percibido, ya que las ganancias teóricamente recuperan todas las pérdidas y además, se genera cierto beneficio.

No obstante hay que tener en cuenta el cero de la ruleta (o el doble cero y el triple cero en algunas versiones) inclina las probabilidades en contra del jugador, haciendo que las pérdidas significativas sean más probables cuanto más tiempo juegues.

Mientras que las matemáticas detrás de la Martingala son correctas y teóricamente sólidas, la existencia del cero crea riesgos a largo plazo que podrían vaciar los fondos antes de tener la oportunidad de salir de una racha perdedora.

Con Capital Ilimitado: Con un capital ilimitado, la estrategia de Martingala parece infalible, ya que el jugador puede continuar doblando su apuesta hasta que eventualmente gane y recupere todas las pérdidas. Sin embargo, se necesita una gran cantidad de fondos para soportar una racha prolongada de pérdidas.

Con Capital Limitado: En el caso de un capital limitado, la estrategia de Martingala puede ser extremadamente arriesgada. Una serie prolongada de pérdidas puede llevar rápidamente al jugador a perder todo su capital, ya que cada pérdida requiere una apuesta doble para recuperar las pérdidas anteriores. Además, muchos casinos tienen límites de apuestas máximas, lo que limita la efectividad de esta estrategia.

2.1.3 Modelo Matemático

La Martingala es una estrategia que consiste en duplicar la apuesta después de cada pérdida, con el objetivo de recuperar todo lo perdido en la primera victoria.

$$\text{apuesta en el intento } n = 2^{n-1} \times n \quad (1)$$

2.2 D'Alembert

El sistema d'Alembert lleva el nombre de su creador, Jean le Rond d'Alembert, físico, científico y matemático francés.

El método se toma directamente de su obra escrita, donde analiza los límites y fundamentos de la probabilidad, tratando de aplicar estos conceptos a diferentes juegos de casino.

En esencia, el sistema sugiere que las ganancias y las pérdidas tienden a estabilizarse con el tiempo, una premisa basada en la probabilidad y que presenta una sólida base argumentativa.

2.2.1 Mecánica

El sistema de apuestas D'Alembert se utiliza principalmente en las apuestas exteriores de la ruleta, como rojo/negro, par/impar o bajo/alto (1-18 / 19-36). La idea principal detrás de esta estrategia es que, a largo plazo, la cantidad de resultados de un tipo (por ejemplo, rojos) y su opuesto (negros) tenderán a equilibrarse.

El método funciona de la siguiente manera:

1. Se comienza apostando una ficha en la apuesta exterior elegida.
2. Si se gana, en la siguiente ronda se reduce la apuesta en una ficha (siempre y cuando no sea menos de una ficha).
3. Si se pierde, se aumenta la apuesta en una ficha.
4. Se repite el proceso hasta volver a apostar la cantidad inicial.

El objetivo es completar "ciclos" donde se gana una ficha cada vez que se regresa a la apuesta inicial. El sistema busca aprovechar la idea de que las rachas de pérdidas o ganancias no son permanentes, y que eventualmente los resultados tenderán a compensarse.

EJEMPLO

1. Apostar:
Empezamos apostando 1 ficha a "rojo".
2. ¿Qué pasa si ganamos?
Ganancia: Si sale "rojo", ganamos. Entonces en la próxima ronda, bajamos la apuesta en 1 ficha (pero nunca apostamos menos de 1 ficha).
3. ¿Qué pasa si perdemos?
Pérdida: Si sale "negro" o "cero", perdemos. Entonces en la próxima ronda, aumentamos la apuesta en 1 ficha.
4. ¿Cómo termina el ciclo?

El ciclo termina cuando después de varias rondas, logramos volver a apostar solo 1 ficha (nuestra apuesta inicial), y estamos en ganancia. Cada vez que logramos volver a la apuesta mínima, hemos ganado una ficha neta en ese ciclo.

Con Capital Ilimitado: Con un capital ilimitado, la estrategia de D'Alembert ofrece una forma más gradual de recuperar pérdidas, ya que las apuestas aumentan y disminuyen en incrementos más pequeños. Sin embargo, sigue siendo vulnerable a rachas prolongadas de pérdidas, especialmente si las apuestas se mantienen altas durante mucho tiempo.

Con Capital Limitado: En el caso de un capital limitado, la estrategia de D'Alembert puede ser menos riesgosa que la Martingala, ya que las apuestas aumentan y disminuyen en incrementos más modestos. Sin embargo, aún puede llevar a pérdidas significativas si se enfrenta a una serie prolongada de derrotas, especialmente si las apuestas iniciales son altas.

2.2.2 Modelo Matemático

La estrategia de D'Alembert es un método de progresión aritmética. Después de una pérdida, se aumenta la apuesta en una unidad fija (basada en la apuesta inicial). Después de una victoria, se reduce la apuesta en una unidad fija.

$$\text{Apuesta nueva} = \text{Apuesta anterior} \pm \text{Unidad} \quad (2)$$

Donde:

- “Unidad” = apuesta base inicial,
- Se suma si se pierde, se resta si se gana.

2.3 Fibonacci

La descubrió, en el siglo XIII, el matemático italiano Leonardo de Pisa, más conocido como Fibonacci. Se ha comprobado que numerosos fenómenos de la naturaleza están relacionados con esta sucesión. Asimismo, se aplica también a cuestiones relacionadas con computación y teoría de juegos.

2.3.1 Serie de Fibonacci

La serie se obtiene sumando los dos números anteriores para obtener el siguiente. Empezando por el cero y el uno, la serie de Fibonacci sería la siguiente:

0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144

Como puedes ver, los números crecen exponencialmente a medida que se desarrolla la serie.

2.3.2 Mecánica

Las estrategias basadas en Fibonacci normalmente se centran en apuestas de dinero par como Rojo/Negro o Impar/Par (apuestas externas con pago 1:1).

Debido a que estas apuestas tienen resultados cercanos al 50/50 (sin contar la ventaja de la casa por el cero o doble cero), la secuencia de progresión puede resultar más cómoda para los jugadores que esperan obtener ganancias pequeñas y frecuentes o, más precisamente, recuperar pérdidas gradualmente.

Ejemplo: Cómo Usar la Estrategia Fibonacci

1. Comienza realizando una apuesta igual al primer número útil de la secuencia (1 unidad).
2. Si pierdes, continúa con el siguiente número como tu próxima apuesta (otra unidad, es decir, 1).
3. Cada pérdida posterior significa avanzar un paso en la secuencia para determinar el tamaño de tu siguiente apuesta (2 unidades, luego 3 unidades, luego 5 unidades...).
4. Cuando ganes, retrocede dos pasos en la secuencia para determinar tu siguiente apuesta. Si ganas una apuesta de 5 unidades, tu siguiente apuesta sería de 2 unidades (retrocediendo desde 5, pasando 3, hasta 2). Si ganas estando en 1 o 2 unidades, simplemente vuelve a apostar 1 unidad.

Con Capital Ilimitado: Con un capital ilimitado, la estrategia de Fibonacci puede ser menos arriesgada que la Martingala y D'Alembert, ya que las apuestas aumentan en incrementos más modestos. Sin embargo, aún puede llevar a pérdidas significativas si se enfrenta a una serie prolongada de derrotas.

Con Capital Limitado: En el caso de un capital limitado, la estrategia de Fibonacci puede ser más manejable que la Martingala, ya que las apuestas aumentan en incrementos más modestos. Sin embargo, aún existe el riesgo de pérdidas significativas si se enfrenta a una serie prolongada de derrotas, especialmente si las apuestas iniciales son altas.

2.3.3 Modelo Matemático

La estrategia de Fibonacci sigue la sucesión de Fibonacci para determinar el tamaño de la apuesta después de una pérdida. Cada número es la suma de los dos anteriores.

$$\text{Apuesta en el intento } n = \text{Apuesta inicial} \times F(n) \quad (3)$$

donde:

- $F(n)$ es el n -ésimo número de Fibonacci.
- n aumenta en 1 si se pierde, o disminuye en 2 si se gana.

2.4 Paroli

El Método Paroli es un sistema de apuestas progresivo positivo diseñado para aprovechar rachas ganadoras y limitar pérdidas durante malas rachas. A diferencia de sistemas negativos (p. ej. Martingala), en Paroli doblas tras ganar y reinicias tras perder. Es sencillo, de bajo riesgo relativo y muy utilizado en juegos con probabilidades cercanas al 50 por ciento (ruleta, baccarat, blackjack).

2.4.1 Mecánica

La mecánica del Método Paroli se articula de la siguiente manera: el jugador fija en primer lugar una “apuesta inicial” —por ejemplo 5 pesos— y la coloca siempre en zonas de probabilidad casi 50 por ciento (Rojo/Negro, Par/Impar o Falta/Pasa). Si esa apuesta resulta ganadora, en la siguiente tirada vuelve a jugar, pero doblando la cantidad inicial (en nuestro ejemplo, 10 pesos); de esta forma intenta aprovechar la racha favorable. Si gana de nuevo, repite la operación y apuesta el doble de la ronda anterior (20 pesos), continuando así hasta un máximo de tres victorias consecutivas. En el momento en que se alcanza la tercera victoria, se cobran todas las ganancias acumuladas y se vuelve a la apuesta inicial para iniciar un nuevo ciclo.

Por el contrario, si en cualquier tirada la apuesta pierde, se interrumpe inmediatamente la progresión: el jugador recoge lo que haya ganado hasta ese momento (o asume la pérdida si era la primera apuesta) y vuelve a colocar la apuesta inicial en la siguiente jugada. De este modo, el Paroli limita el riesgo de grandes pérdidas —no se persiguen derrotas con aumentos de apuesta— y busca maximizar el beneficio en breves rachas de suerte, manteniendo siempre controlado el tamaño de la apuesta.

Con Capital Ilimitado En un caso teórico de capital infinito, se asume que nunca se agotarán los fondos. Esto permite doblar la apuesta tras cada victoria de forma indefinida y explotar al máximo cualquier racha ganadora. Sin embargo, es un modelo puramente matemático: en la práctica ningún jugador —ni casino— maneja fondos ilimitados, de modo que esta situación sirve solo para ilustrar el potencial de crecimiento de las ganancias sin tener en cuenta el riesgo real de quiebra.

Con Capital Limitado En la realidad siempre operamos con capital finito, es decir, un bankroll limitado que puede ser, por ejemplo, de 200 pesos o 500 pesos. En este contexto, la progresión positiva de Paroli queda supeditada a no superar ese límite: si tras una victoria solo quedan 30 pesos y la siguiente apuesta debería ser de 40 pesos, la estrategia se interrumpe y el jugador asume la pérdida. Por eso es imprescindible fijar desde el principio un porcentaje pequeño para la apuesta base (suele recomendarse entre el 1 por ciento y el 2 por ciento del saldo), además de un stop-loss —la pérdida máxima aceptable— y un stop-win —el objetivo de ganancia tras el cual cerrarás sesión aunque no completes las tres victorias—.

2.4.2 Modelo Matemático

Sea B = apuesta base, $p = \frac{18}{37}$, $q = 1 - p$.

Niveles: $B_1 = B$, $B_2 = 2B$, $B_3 = 4B$.

$$E[G] = \sum_{k=1}^3 p^{k-1} q (-B) + p^3 (B + 2B + 4B) = -B(1 - p^3) + 7Bp^3 = B(8p^3 - 1).$$

3 Planteo y ejecución del trabajo

El trabajo consiste en construir una programa en lenguaje Python 3.x que simule el funcionamiento del plato de una ruleta y al mismo tiempo lleve adelante diversos tipos de apuestas, monitorizando el flujo de caja y el período de ocurrencia de que la apuesta produzca o no beneficios. Para esto se debe tener en cuenta lo siguientes temas:

- Beneficios de las apuestas según la selección (color, fila, número único, etc).
- Distintos tipos de estrategias de apuestas en la ruleta.
- Gráficas de los resultados mediante el paquete Matplotlib (u otro similar).

Se pide que se detalle la estrategias empleadas y las fuentes donde las obtuvieron (si no son de elaboración son propia). Se proponen analizar 3 estrategia: la martingala, D'Alembert y Fibonacci, además el grupo de investigación sugerir o crear una estrategia a elección distinta de las propuestas. Para cada estrategia se debe tener en cuenta dos supuestos mutuamente excluyentes: capital acotado (realidad) y capital infinito (ideal). En el caso de capital acotado se debe tener en cuenta las veces que se produce "la banca rota" del jugador. Se incorporan a la ejecución anterior dos parámetros nuevos: -s -a. Siendo:

- "s" la estrategia utilizada: m (martingala), d (D'Alembert), f (Fibonacci) y o (otra estrategia a elección del grupo).
- "a" el tipo de capital: i (infinito), f (finito).

Por lo tanto la ejecución junto con el TP 1.2: `python -c C -n N [-e E] -s S -a A [-b B] [-p P] [-z Z] [-d D]` Nota: Los parámetros que estan dentro del corchete son opcionales.

4 Descripción del Experimento

El presente trabajo consiste en la simulación computacional de estrategias de apuestas en una ruleta ideal de 37 números (0 al 36), utilizando el lenguaje Python 3.x. El objetivo principal es evaluar el comportamiento de distintas estrategias de apuestas bajo condiciones controladas, considerando diferentes escenarios de capital disponible.

1. Configuración inicial: Se define una cantidad de tiradas por corrida, el número total de corridas a realizar, la estrategia de apuestas a emplear y el tipo de capital (finito o infinito).
2. Simulación de apuestas:
Para cada tirada, se genera un número aleatorio entre 0 y 36 simulando el resultado de una ruleta. Según el resultado y la estrategia seleccionada, se ajusta el monto apostado para la próxima tirada (aumentando o disminuyendo la apuesta según corresponda).
3. Gestión de capital:
En el caso de capital finito, se controla que el jugador no realice apuestas que excedan su saldo disponible. Si el saldo llega a cero, se considera que el jugador ha entrado en "banca rota" y se detiene la corrida correspondiente. En caso de capital infinito, la jugada terminará cuando se acaben las tiradas introducidas
4. Registro de resultados:
Durante cada corrida se monitorean variables como: saldo acumulado, frecuencia del numero elegido, evolución del capital a lo largo del tiempo.
5. Análisis y graficación:
Los resultados de las corridas se representan mediante gráficos (por ejemplo, evolución del capital vs. número de tiradas) utilizando librerías de Python como Matplotlib, permitiendo visualizar tendencias y comparar el desempeño de cada estrategia.

5 Resultados

A continuación se presentan los gráficos generados en cada corrida según la estrategia utilizada. Cada uno muestra la Frecuencia relativa de obtener la apuesta favorable, el flujo de caja y el porcentaje de aciertos y perdidas. En cada corrida se realizaron 50 tiradas:

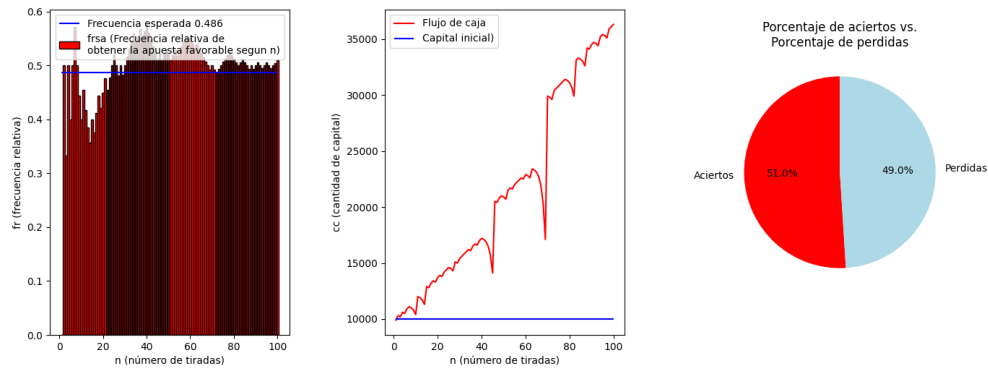


Figure 1: Martingala Capital Finito (Apuesta Color - Capital Finito)

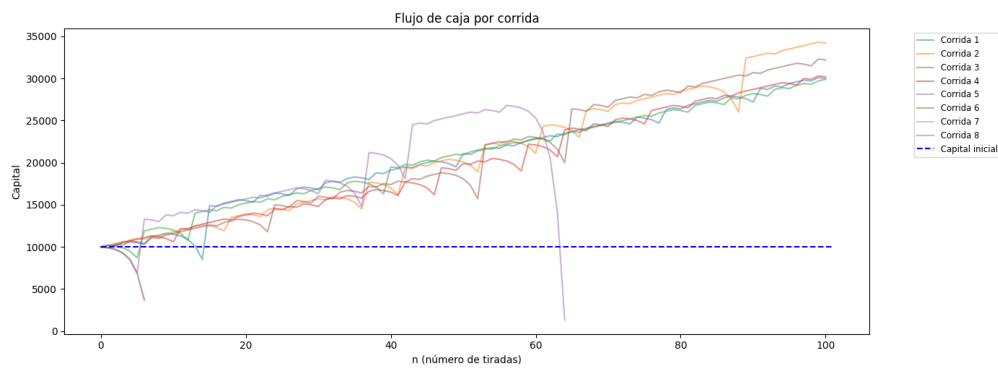


Figure 2: Martingala (Apuesta Color - Capital Finito) - Todas las corridas

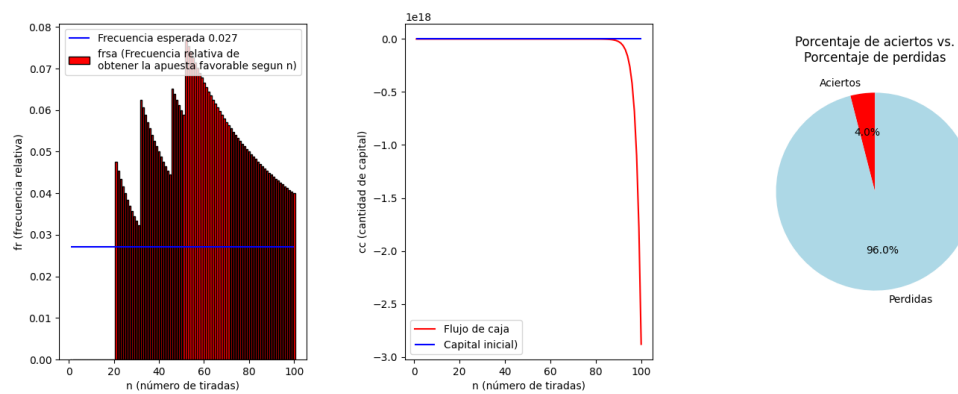


Figure 3: Fibonacci (Apuesta numero - Capital Infinito)

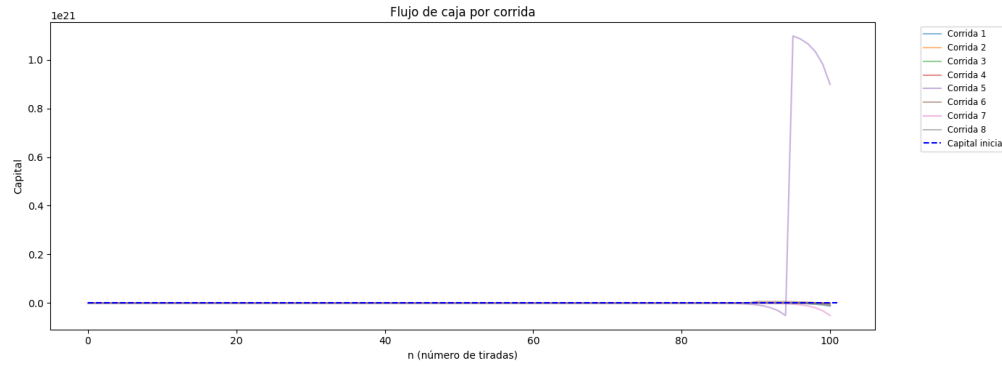


Figure 4: Fibonacci (Apuesta numero - Capital Infinito) - Todas las corridas

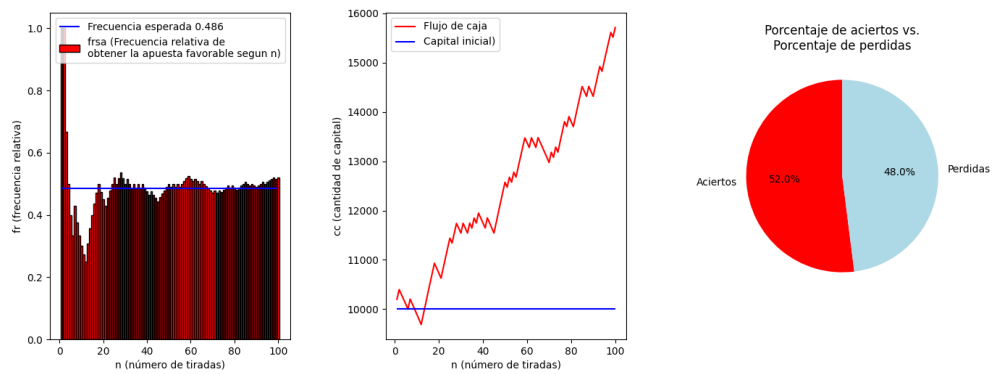


Figure 5: d'Alembert (Apuesta paridad - Capital Infinito)

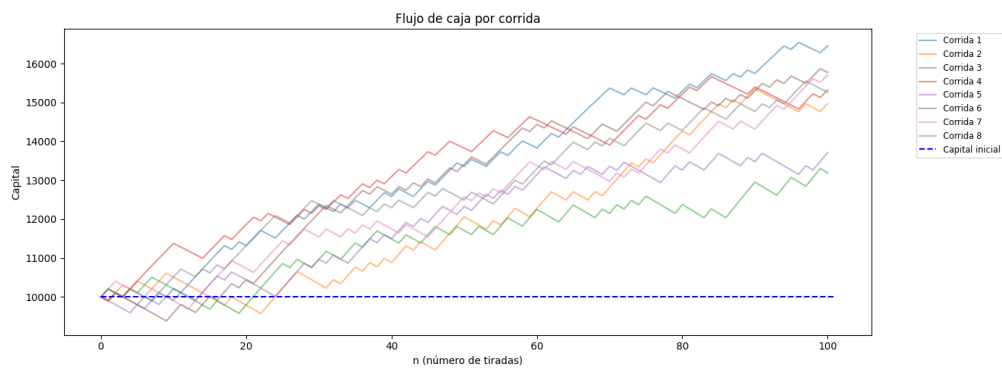


Figure 6: d'Alembert (Apuesta paridad - Capital Infinito) - Todas las corridas

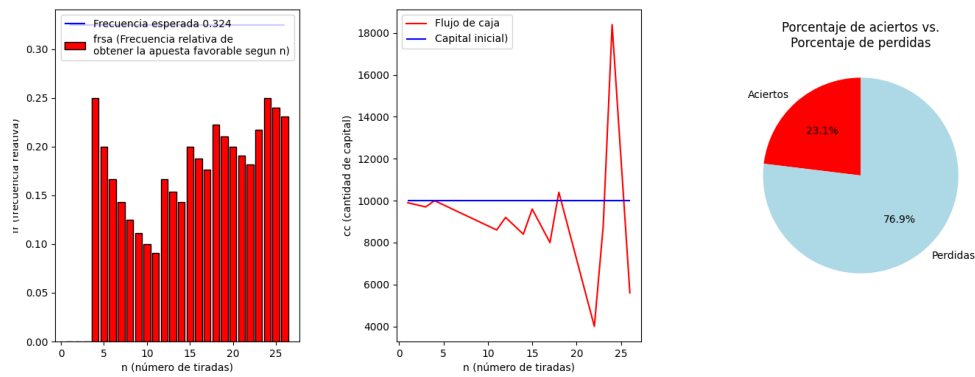


Figure 7: Paroli (Apuesta Docena - Capital Finito)

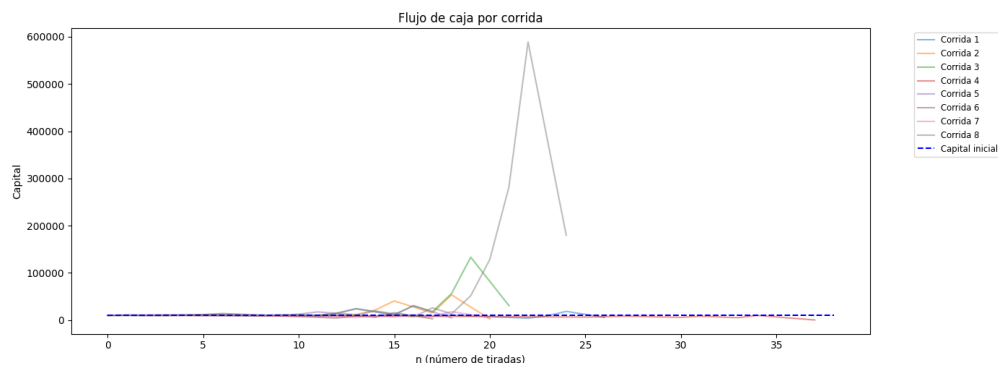


Figure 8: Paroli (Apuesta Docena - Capital Finito) - Todas las corridas

6 Conclusión

El desarrollo y análisis de distintas estrategias de apuesta aplicadas al juego de la ruleta permitió poder observar las limitaciones como así también las potenciales ganancias de cada método bajo distintos escenarios de capital disponible.

A través de la simulación computacional, se observó que estrategias como la Martingala, D'Alembert, Fibonacci y Paroli presentan dinámicas de riesgo-recompensa distintas: mientras la Martingala y el sistema de Fibonacci tienden a exigir mayores capitales frente a rachas negativas, D'Alembert y Paroli ofrecen alternativas de progresión más controlada y menos agresiva.

Sin embargo, independientemente de la estrategia utilizada, se confirma que la ventaja estructural de la ruleta —debido al cero— garantiza a largo plazo una expectativa de pérdida para el jugador. Esto remarca la importancia de considerar factores como la gestión del capital, la fijación de límites de pérdidas y ganancias, y la aceptación de la naturaleza aleatoria del juego.

En resumen, la simulación no solo sirvió para comparar las predicciones teóricas de cada estrategia, sino también para entender de manera más práctica cómo funcionan los sistemas de apuestas, mostrando lo importante que es modelizar para analizar las estrategias cuando hay incertidumbre.

7 Enlaces de Interés

Repositorio GitHub https://github.com/franciscag714/simulacion_utn.git

References

- [1] Martingala
https://www.pokerstars.es/casino/news/el-sistema-martingala-en-la-ruleta-online/2503/?utm_source=newsarticle&utm_medium=blog_pages
- [2] Paroli
<https://www.europosgrados.com.ar/sistemas-ruleta/paroli.php>
- [3] dAlembert
<https://www.pokerstars.es/casino/news/el-sistema-dalembert-en-la-ruleta-online/2506/>
- [4] Fibonacci
<https://www.pokerstars.es/casino/news/comprender-la-estrategia-fibonacci-de-la-ruleta/1735/>
- [5] Análisis de las 4 estrategias más conocidas para jugar a la ruleta
<https://blog.casinobarcelona.com/an%C3%A1lisis-de-las-4-estrategias-m%C3%A1s-conocidas-para-jugar-a-la-ruleta>
- [6] Las Matemáticas de la Ruleta
<https://www.math4all.es/las-matematicas-de-la-ruleta/>