

Proyecto colaborativo: Las probabilidades y el juego del plinko

Formen grupos de 3 o 4 estudiantes para desarrollar cada una de las etapas del siguiente proyecto.

Etapa 1 (Primeras definiciones)

En este proyecto, exploraremos las probabilidades en el famoso juego del plinko. A través de diferentes etapas, aprenderemos sobre el concepto de paseo aleatorio y la tabla de Galton, herramientas matemáticas que nos ayudarán a comprender y calcular las probabilidades de ganar un premio en este juego.

¿Qué es un plinko?

El plinko es un juego compuesto por un tablero grande y vertical con una serie de cilindros. El juego consiste en un disco que se lanza desde la parte superior del tablero, pasando por el cuerpo del juego y golpeando varios cilindros que hacen que el disco cambie de dirección y caiga en un compartimento en el que se suman puntos o se ganan premios.

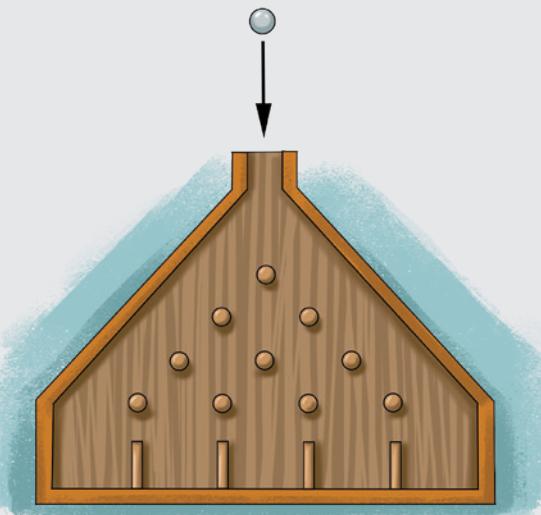
Además de por su sencillez a la hora de construirse y jugar, el plinko es famoso por contar con ciertos principios probabilísticos que lo vuelven una experiencia de estrategia en la que es posible analizar las probabilidades del juego aplicando los conceptos de distribución normal.



Shutterstock/CG Bee

Paseo aleatorio en el plinko

El plinko es una adaptación de la máquina de Galton. Cuando sueltas una ficha desde la parte superior del tablero, esta empieza a rebotar de un lado a otro de manera aleatoria. Cada rebote es como un paso en una caminata, en el que no sabes en qué dirección será el próximo paso. A esto se le llama «paseo aleatorio».



▲ Máquina de Galton

Archivo editorial.

Probabilidades en el plinko

En el juego plinko, las probabilidades de que la ficha termine en un compartimento específico dependen de varias cosas:

Número de clavijas: cuantas más clavijas haya, más rebotes dará la ficha y más aleatorio será su camino.

Distribución de las clavijas: la distribución de las clavijas puede cambiar el camino que sigue la ficha y, por lo tanto, el compartimento en que puede terminar.

Altura inicial de la ficha: la altura desde la que se suelta la ficha también puede afectar el compartimento al que llegará. Si la sueltas desde muy alto, la ficha tendrá más tiempo para rebotar y moverse antes de llegar al final.

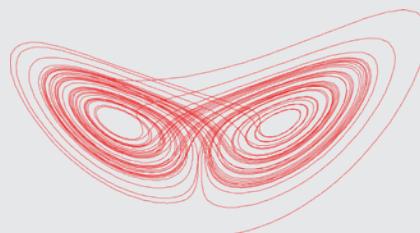
Teoría del caos

El universo es un lugar lleno de incertidumbre, donde incluso los sistemas que parecen seguir leyes fijas pueden comportarse de manera impredecible. Esto es lo que nos dice la teoría del caos.

Para entender esto, el Dr. Siegel, un experto en astrofísica, nos propone pensar en el juego del plinko. En este juego, se suelta un disco desde la parte superior de un tablero lleno de clavos, y el disco va rebotando de manera aleatoria hasta llegar a la parte inferior, donde puede caer en diferentes casillas con distintos premios.

Aunque el disco siempre sigue las leyes de la física cuando rebota en los clavos, es prácticamente imposible predecir en qué casilla terminará, incluso si intentamos soltarlo exactamente igual cada vez.

Esto es una ilustración de la teoría del caos: pequeñas variaciones en las condiciones iniciales (como el lugar exacto donde soltamos el disco o la fuerza con la que lo hacemos) pueden llevar a resultados muy diferentes. Por esta razón, este juego es una ilustración perfecta de la teoría del caos y permite explicar la segunda ley de la termodinámica de forma sencilla. (Siegel, 2020).



▲ Diagrama de la trayectoria de un sistema caótico.

- Realiza un experimento práctico utilizando el juego de plinko disponible en http://www.enlacesantillana.cl/#/L25_MAT1MBDAU4_12. Suelta el disco desde la misma posición varias veces y observa los resultados. Luego, discutan con sus compañeros sobre sus observaciones y conclusiones.



El juego de plinko puede verse como un ejemplo de un sistema caótico en el que pequeñas variaciones en el punto de partida pueden llevar a grandes diferencias en los resultados finales, ilustrando así la teoría del caos o el efecto mariposa.

Etapa 2 (Investigación)

- Observen el video: «Teoría del caos y efecto mariposa», en: http://www.enlacesantillana.cl/#/L25_MAT1MBDAU4_13. Luego, respondan: ¿Qué es la teoría del caos y cómo nos ayuda a entender mejor el universo?



Respuesta variada. Se muestra un ejemplo. El universo está lleno de indeterminismo e incertidumbre inherentes.

La teoría del caos establece que el comportamiento de los elementos del universo es aleatorio o impredecible en sistemas gobernados por leyes deterministas.

- Investiguen en qué consiste la segunda ley de la termodinámica. ¿Cómo el plinko ayuda a comprenderla?

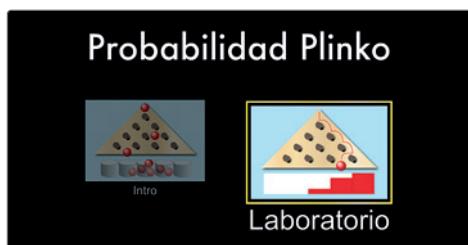
Respuesta variada. Se muestra un ejemplo. Esta ley nos dice que los sistemas tienden a evolucionar hacia estados de mayor desorden o entropía. En el caso del plinko, aunque intentemos soltar el disco de una manera muy precisa para intentar ganar el premio mayor, la realidad es que hay muchas más formas en las que el disco puede rebotar y terminar en otras casillas. Por lo tanto, el desorden o la variedad de resultados posibles tiende a aumentar, al igual que la entropía en la segunda ley de la termodinámica.

Etapa 3 (Aplicación)



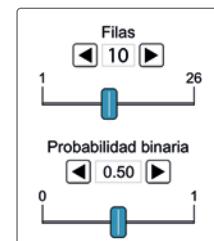
4. Ingresen a la simulación: «Probabilidad plinko» en el enlace http://www.enlacesantillana.cl/#/L25_MAT1MBDAU4_14.

- Seleccionen la opción Laboratorio.



- Seleccionen el lanzamiento continuo y disminuyan la cantidad de filas a 10.

- Hagan clic en el botón verde y observen cómo la bola comienza a descender por el tablero. Arrojen hasta 100 bolas (no importa si se pasan).



- a. Observen, en la parte superior, la cantidad de bolas que entraron en cada canaleta y completen la siguiente tabla registrando la cantidad de bolas y la probabilidad experimental de que la bola caiga en esa canaleta:

n.º de canaleta	Cantidad	Probabilidad experimental
1	10	0,10
2	15	0,15
3	20	0,20
4	10	0,10
5	15	0,15

n.º de canaleta	Cantidad	Probabilidad experimental
6	10	0,10
7	10	0,10
8	5	0,05
9	3	0,03
10	2	0,02

- b. ¿Consideran que la distribución de las bolas con respecto a las canaletas es uniforme?, ¿por qué?

Ejemplo de respuesta. La distribución no es uniforme, ya que es más probable que las bolas caigan en las canaletas del medio.

- c. ¿Consideran que si repitieran el experimento volverían a tener la misma distribución?, ¿por qué?

Ejemplo de respuesta. No, porque es un proceso aleatorio y cada lanzamiento de bola es independiente de los demás. Por lo tanto, los resultados de un experimento no afectan los resultados de otro.

- d. Comparen los resultados con los de otro grupo. ¿Encuentran diferencias marcadas entre sus experimentos, ¿por qué?

Ejemplo de respuesta. Sí hay diferencias marcadas entre nuestros experimentos y los de otro grupo. Esto se debe a que cada lanzamiento de bola es independiente de los demás. Por lo tanto, los resultados son diferentes.

Etapa 4 (Conclusión)

5. ¿Qué saben hasta ahora?

Respuesta variada. Se muestra un ejemplo. Que existen fenómenos cuyo comportamiento es difícil de predecir con exactitud, ya que pequeños cambios iniciales producen resultados diferentes. Esto se modela matemáticamente con los paseos aleatorios y el plinko es una ilustración perfecta de estos procesos.

6. ¿De qué manera puedo usar un plinko para explicar la teoría del caos?

Respuesta variada. Se muestra un ejemplo. Si pensamos en un plinko con una gran cantidad de filas y columnas que aumenten los posibles caminos a seguir, el comportamiento de las fichas y los caminos posibles serán más diversos. Mientras más grande sea el plinko, más resultados distintos se obtendrán. Estas variaciones permiten ilustrar la dificultad en la predicción de algunos fenómenos naturales como el clima.

7. ¿De qué manera creen que el estudio de probabilidades podría aportar a la investigación científica, en particular al desarrollo del ODS 9?

ODS 9 Industria, innovación e infraestructura

Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación.

Meta 9.5. Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo.

Respuesta variada. Se muestra un ejemplo. El estudio de la probabilidad permite diseñar experimentos y estudios que maximizan la eficiencia y la validez de los resultados. Esto es crucial para el avance tecnológico y la innovación, apoyando así, el logro de la meta de aumentar la investigación científica y la capacidad tecnológica.

Reflexiona y responde

- Durante el desarrollo del proyecto, ¿todos los integrantes del grupo cooperaron de manera equitativa?

Respuesta variada. Se muestra un ejemplo. Sí, todos participamos en forma equitativa.

- ¿Apoyaste a tus compañeras y compañeros cuando hubo algún tema que no comprendieran en su totalidad?, ¿por qué?

Respuesta variada. Se muestra un ejemplo. Sí, para ayudarles a comprender el tema.

- ¿Qué aspecto personal mejorarías para un futuro trabajo grupal?

Respuesta variada. Se muestra un ejemplo. La comunicación al expresar a mis compañeros mi punto de vista.