



# Introducción a la Simulación Computacional

**750098M Simulación computacional**

# Contenido



- 1 Objetivos
- 2 Evaluación y metodología
- 3 Contenido del curso
- 4 Aplicaciones de la simulación y ejercicios introductorios

# Objetivo general

El curso introduce al estudiante a la simulación computacional en un sentido muy amplio que incluye simulación de sistemas de eventos discretos y continuos y algoritmos probabilísticos. El estudiante aprende la generación de números pseudoaleatorios y su aplicación para dar solución eficiente a problemas difíciles de resolver con algoritmos determinísticos. Se aclaran los conceptos y metodologías de simulación y los algoritmos subyacentes.

# Objetivos

- 1 Implementar y validar generadores de números pseudoaleatorios con distribución uniforme.
- 2 Generar secuencias pseudoaleatorias con otras distribuciones usando algoritmos estándares.
- 3 Conocer los principios y definiciones generales de los diferentes tipos de los algoritmos probabilísticos (numéricos, MonteCarlo y Las Vegas).

# Objetivos

- 4 Implementar y aplicar correctamente los algoritmos probabilísticos en situaciones específicas.
- 5 Conocer los principios de la simulación de sistemas de eventos discretos.  
estándares.
- 6 Diseñar, implementar y validar modelos de simulación en aplicaciones específicas.

# Objetivos

- 7 Diseñar, implementar y evaluar diferentes escenarios de simulación en aplicaciones específicas.
- 8 Diseñar, implementar y validar los algoritmos fundamentales de solución para sistemas dinámicos.
- 9 Modelar un sistema continuo en un contexto específico.
- 10 Conocer las tendencias recientes en simulación

# Contenido del curso

- 1 Generación de número pseudoaleatorios
- 2 Simulación de sistemas de eventos discretos
- 3 Algoritmos probabilísticos

# Contenido del curso

Generación de número pseudoaleatorios

- 1 Cómo generar números pseudoaleatorios
- 2 Generar números pseudoaleatorios de acuerdo a diferentes distribuciones de probabilidad
- 3 Pruebas de rechazo para las secuencias de números pseudoaleatorios.



# Contenido del curso

Simulación de sistemas de eventos discretos

- 1 Conceptos y metodología
- 2 Algoritmos fundamentales
- 3 Elementos estadísticos
- 4 Aplicaciones. Colas e inventarios

# Contenido del curso

## Algoritmos probabilísticos

- 1 Algoritmos probabilísticos numéricos
- 2 Algoritmos de MonteCarlo
- 3 Algoritmos Las Vegas

# Metodología



- 1 Clases magistrales
- 2 Talleres
- 3 Libros
- 4 Lecturas
- 5 Búsqueda de información adicional

# Evaluación



- 1 Primer parcial 25%
- 2 Segundo parcial 25%
- 3 Proyecto final 25%
- 4 Talleres en clase 25%



# ¿Que es la simulación?





# ¿Que es la simulación?

Es un intento de modelar situaciones de la vida real por medio de un programa de computadora

**Shannon** la define como el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y realizar experimentos con él para entender su comportamiento

# ¿Que es la simulación?

- 1 Eventos sociales, económicos, etc pueden ser modelados
- 2 Si existe un modelo matemático se puede programar
- 3 La simulación es una herramienta de apoyo
- 4 Se pueden estudiar fenómenos que no se pueden reproducir en un laboratorio

# ¿Que es la simulación?

## Ventajas de la simulación

- 1 Condiciones extremas.
- 2 Acelera el proceso de innovador.
- 3 Generalmente es una alternativa más barata.
- 4 En ocasiones es la única alternativa.
- 5 Fundamento solido en la toma de decisiones



# ¿Que es la simulación?

## Desventajas de la simulación

- 1 Resultados numéricos, no se puede medir imprecisión.
- 2 Costo computacional vs precisión.
- 3 Matematicas de alto nivel.
- 4 El desarrollo de modelos puede ser extenso.



# Motivación





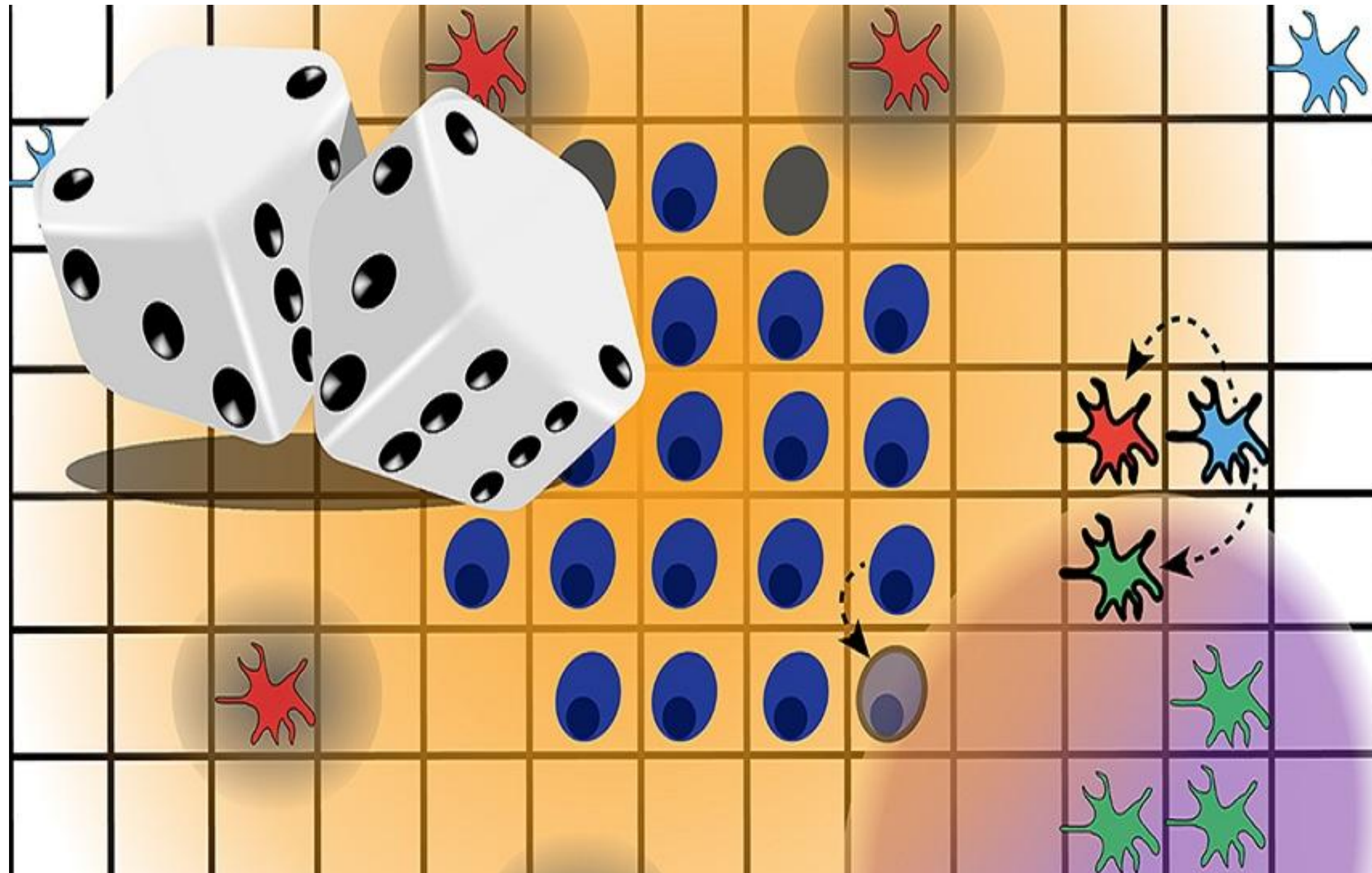
# ¿Porque estudiar simulación?

- 1 Apoyar proceso de toma de decisiones
- 2 Estudiar el comportamiento del mundo modelado
- 3 Los sistemas complejos son irreducibles, por tanto la simulación puede ser la única herramienta para estudiarlos
- 4 Soluciones con alto grado de confianza y poco tiempo
- 5 Volver más tangible nuestro mundo abstracto
- 6 Construir un modelo a base de hipótesis para ver qué sucede

# ¿Cuándo es útil la simulación?

- 1 No existen métodos analíticos para resolver el modelo.
- 2 Existen metodos analiticos pero son tan complejos que la simulación proporciona un método más simple
- 3 Se desea observar la evolución de un sistema a través del tiempo
- 4 Como única posibilidad por la dificultad o costo de un entorno real
- 5 Acelerar el tiempo para procesos que requieren mucho tiempo

# Modelos



- 1 Estudiar un sistema a través de una representación
- 2 Representar por medio de abstracciones

# Tipos de simulación

- 1 Estática: No tiene en cuenta el tiempo (Monte Carlo)
- 2 Dinámica: Se tiene en cuenta la evolución en el tiempo
- 3 Determinismo: no interviene variables aleatoria (predecible)
- 4 Estocástica: interviene el azar

# Etapas de estudio

- 1 Definición del sistema
- 2 Formulación del modelo
- 3 Colección de datos
- 4 Implementación del modelo en la computadora
- 5 Validación
- 6 Experimentación
- 7 Interpretación
- 8 Documentación



# Retos de la simulación

- 1 Seleccionar herramienta o escribir un programa?
- 2 Que limitaciones puedo tener?
- 3 Duración de cada ejecución
- 4 Determinar medidas de rendimiento
- 5 Plantear hipótesis
- 6 Qué distribución usar?

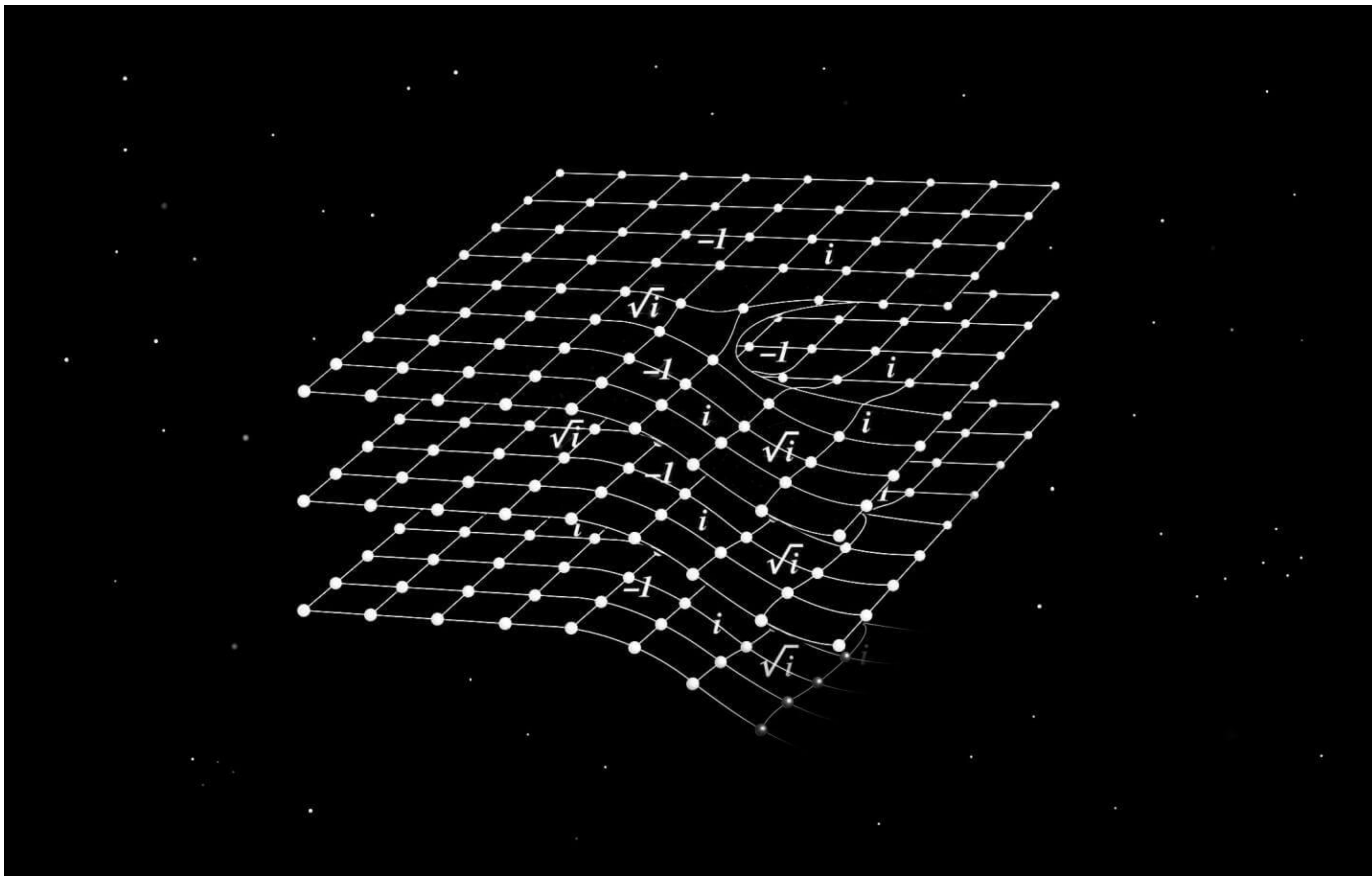


# Aplicaciones

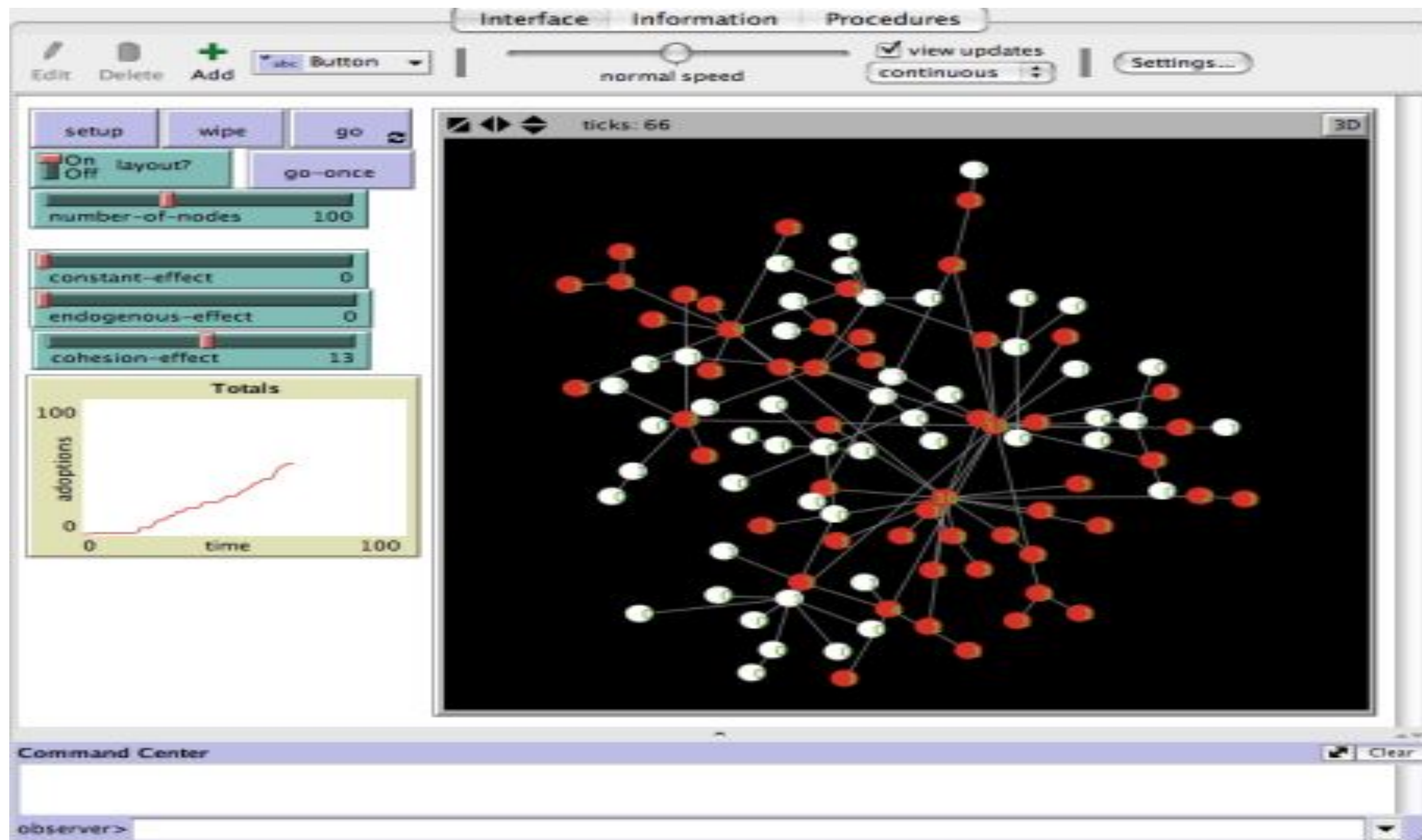




# Software y aplicaciones



# Netlogo



<https://ccl.northwestern.edu/netlogo/>

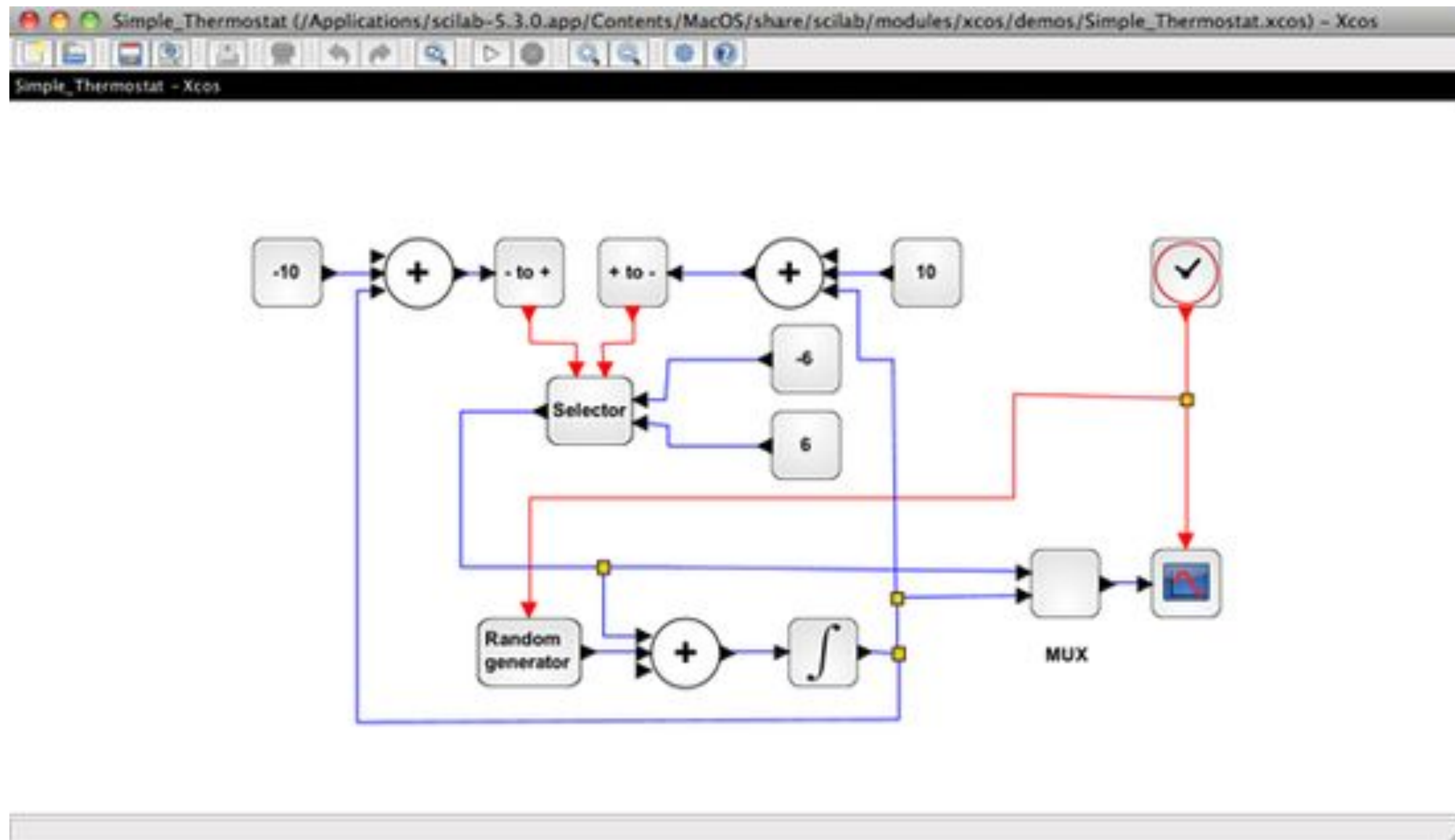


# Project Chrono



<http://projectchrono.org/>

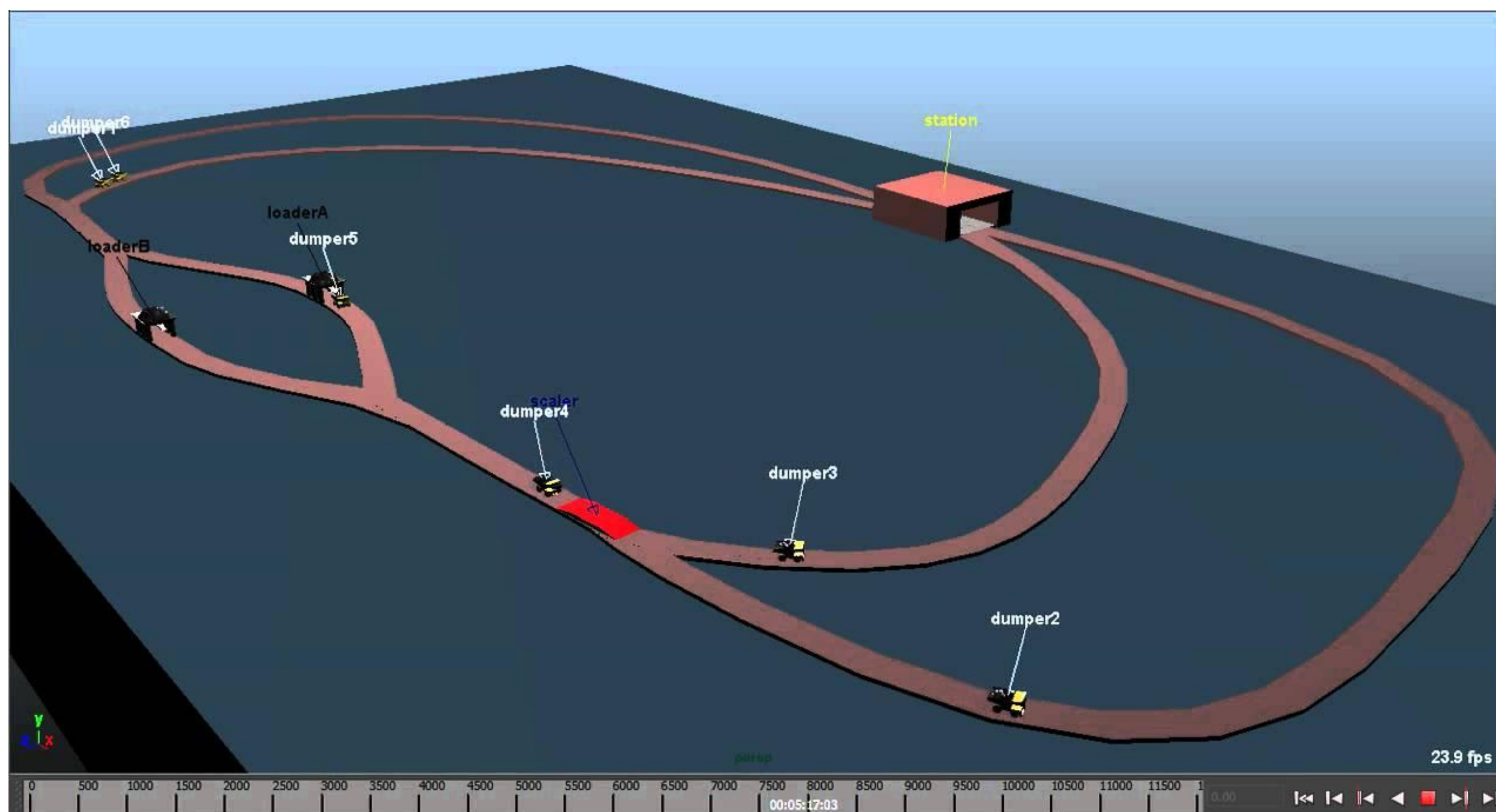
# Scilab



<http://www.scilab.org/>



# Simpy



<https://simpy.readthedocs.io/en/latest/>



# Spore



<http://www.spore.com/>



# Ejercicio

## Suma de dos dados

- 1 Usted ha realizado una apuesta con un amigo
- 2 Se van a lanzar dos dados y se suman los puntos
- 3 Ambos eligen un resultado esperado (suma de los valores)
- 4 ¿Que valor elige y porque?



# Ejercicio

## Suma de dos dados

Pensemos un poco: Este evento es aleatorio, así que puede salir cualquier combinación.

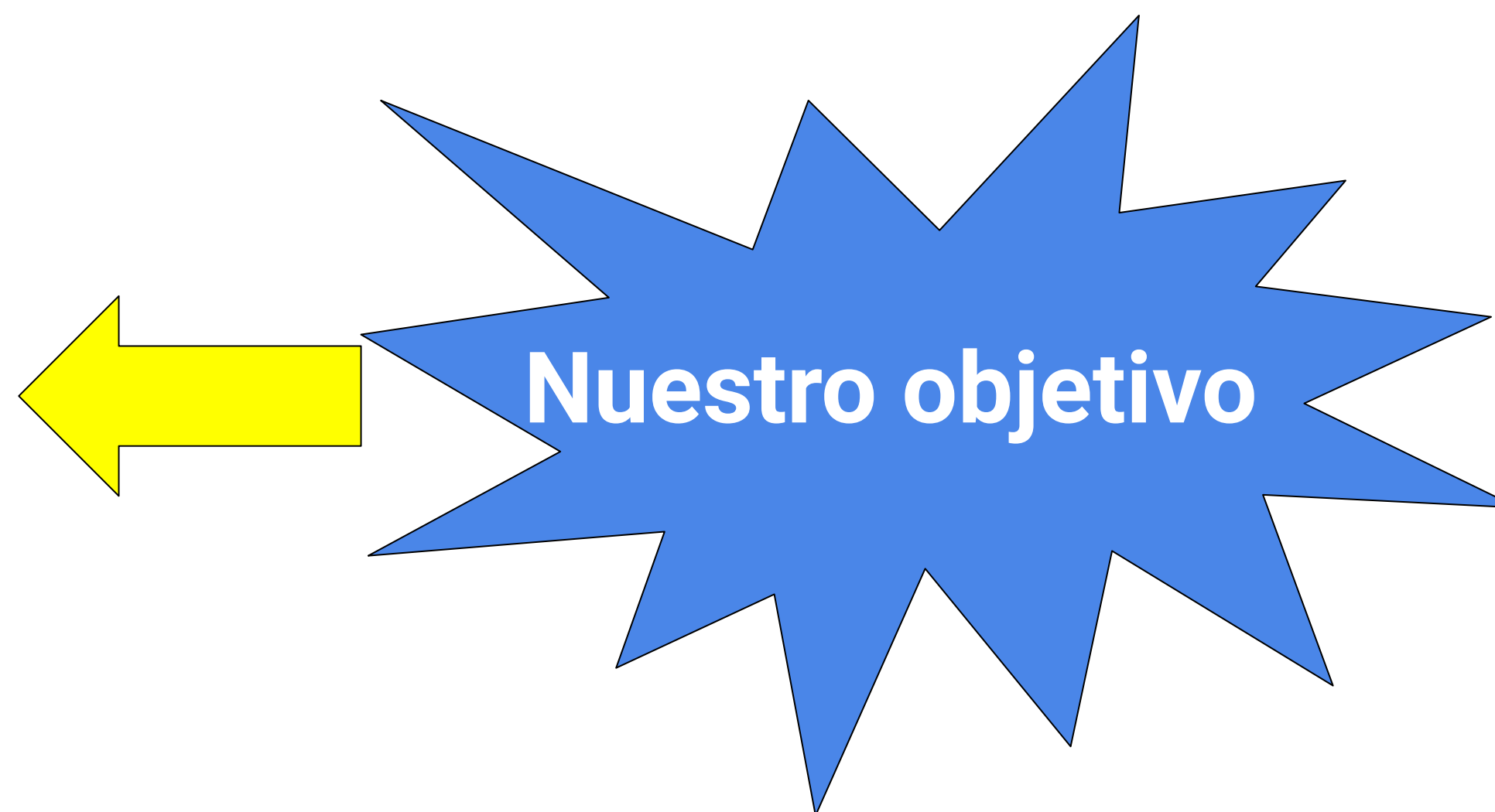
Sin embargo, ¿Cuál sería la mejor opción?

# Ejercicio

## Suma de dos dados

Este problema puede ser analizado de diferentes formas:

- 1 Solución analítica
- 2 Solución experimental
- 3 Solución con simulación



# Ejercicio

## Suma de dos dados

Solución analítica: Tabulamos todos los resultados

Suma	Combinacion	Probabilidad
2	(1,1)	1/36
3	(1,2)(2,1)	2/36
4	(1,3) (2,2) (3,1)	3/36
5	(1,4) (2,3) (3,2) (4,1)	4/36
6	(1,5) (2,4) (3,3) (4,2) (5,1)	5/36
7	(1,6) (2,5) (3,4) (4,3) (5,2) (6,1)	6/36
8	(2,6) (3,5) (4,4) (5,3) (6,2)	5/36
9	(3,6) (4,5) (5,4) (6,3)	4/36
10	(4,6) (5,5) (6,4)	3/36
11	(5,6) (6,5)	2/36
12	(5,6) (6,5)	1/36
Total		1

# Ejercicio

## Suma de dos dados

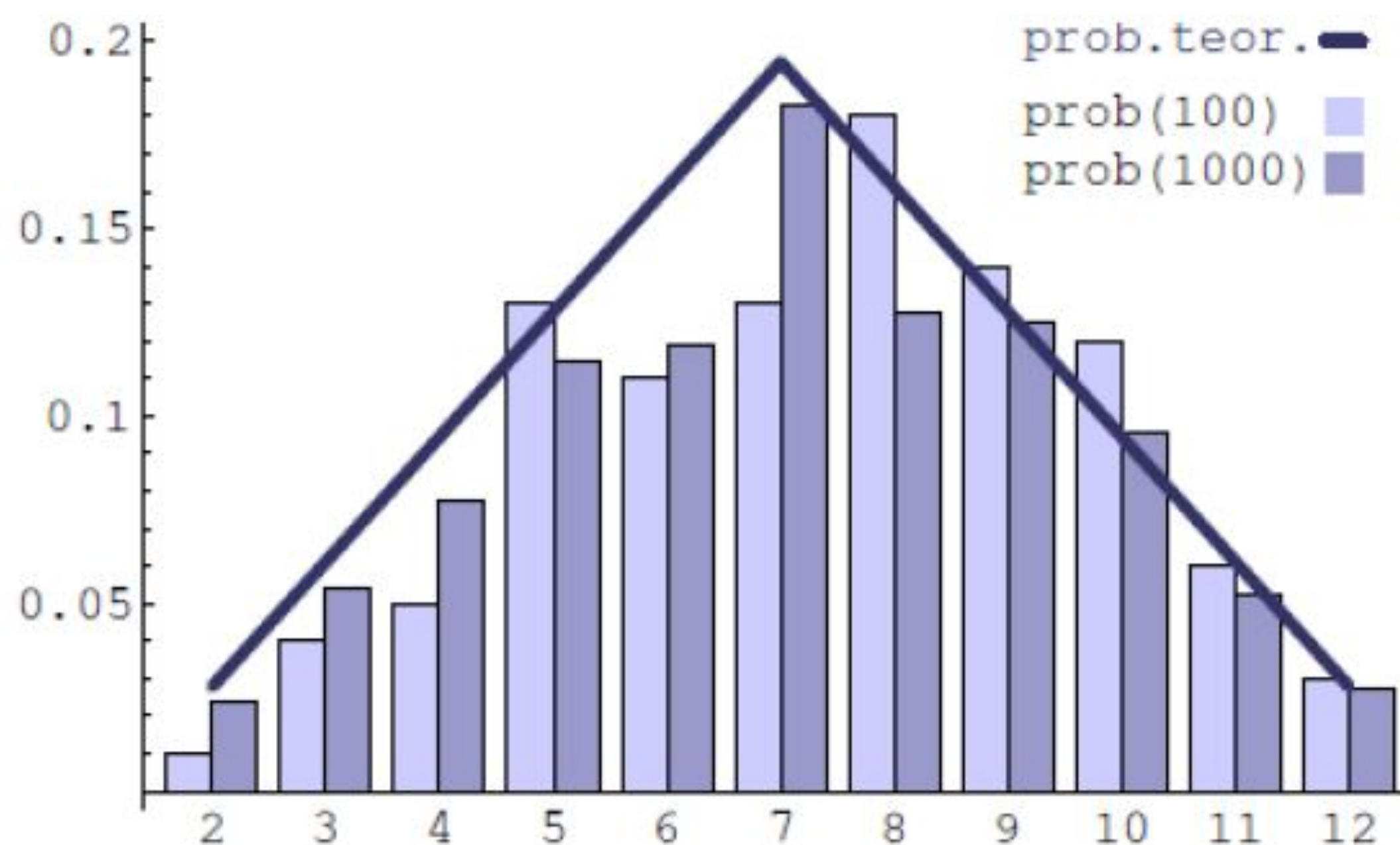
Solución experimental: tiramos muchas veces y anotamos

Suma	Frec encia	Probabilidad
2	24	0.024
3	54	0.054
4	77	0.077
5	115	0.115
6	119	0.119
7	183	0.183
8	128	0.128
9	125	0.125
10	96	0.096
11	52	0.052
12	27	0.027
Total	1000	1

# Ejercicio

## Suma de dos dados

Solución con simulación: Ponemos a trabajar a nuestro computador



# Ejercicio

## Suma de dos dados

Sin embargo, debemos considerar varias cosas

- 1 ¿Cómo generamos números aleatorios?
- 2 ¿Como sé que mis números son aleatorios?
- 3 ¿El rey de la noche atacará Univalle en la octava temporada?



**¡Una simulación  
es la respuesta!**

# Ejercicio

## Suma de dos dados

Hagamos lo que sabemos: Programar.

```
int numeroLanzamientos = 1000;
srand(time(NULL)); //Linea muy importante #include<ctime>
for(int i=0; i<numeroLanzamientos; i++)
{
    int dado1 = rand()%6 + 1;    // #include<cmath>
    int dado2 = rand()%6 + 1;
    int suma = dado1+dado2;
    printf("%d%s%d%s%d\n",dado1,"+ ",dado2," = ",suma);
}
```

Completemos este código ¿Que nos falta?