

SIMULACIÓN DE SISTEMAS

---

# MOVIMIENTO BROWNIANO

GRUPO 3

LEANDRO MATIAS RIVAS (51274) - LUCAS SONCINI (52066) - TOMÁS DE LUCCA (52051)

# FUNDAMENTOS

## DEFINICIÓN DEL SISTEMA

---

- Una cantidad de partículas  $N$  en movimiento.
- Se define la posición, radio, masa y velocidad de cada partícula.
- Las interacciones entre partículas y su entorno son colisiones elásticas.
- Entre colisiones, las partículas viajan en línea recta.

## DINÁMICA MOLECULAR REGIDA POR EVENTOS

---

1. Se definen radios y tamaño de la caja y se generan las partículas aleatoriamente.
2. Se calcula el tiempo hasta el primer evento ( $t_c$ ).
3. Se mueven las partículas que no participan del evento linealmente.
4. Para las partículas que chocaron se determinan sus nuevas velocidades.
5. Se vuelve a 2.

# IMPLEMENTACIÓN

## IMPLEMENTACIÓN

---

1. Se generan partículas aleatoriamente definiendo sus parámetros entre los establecidos por el enunciado, verificando que no se superpongan con las existentes utilizando la fórmula:

$$(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 > (R_i + R_j)^2$$

Se utilizaron los parámetros iniciales:

$$m_i = 0.0001Kg$$

$$M_i = 0.1Kg$$

$$-0.1\frac{m}{s} \leq v_i \leq 0.1\frac{m}{s}$$

$$V_i = 0\frac{m}{s}$$

$$r_i = 0.005m$$

$$R_i = 0.05m$$

## IMPLEMENTACIÓN

---

2. Se calcula el tiempo hasta el primer evento de choque buscando colisiones:

- Entre pared y partícula:

Si  $X_{p1} < X_{p2}$  son las coordenadas en x de las paredes verticales.

$$vx_i > 0 \Rightarrow t_c = \frac{(x_{p2} - R - x(0))}{vx} \qquad vx_i < 0 \Rightarrow t_c = \frac{(x_{p1} - R - x(0))}{vx}$$

Análogo para las paredes horizontales.

- Entre partículas:

$$f(x) = \begin{cases} \infty & \text{si } \Delta v \Delta r \geq 0, \\ \infty & \text{si } d < 0, \\ -\frac{\Delta v \Delta r + \sqrt{d}}{\Delta v \Delta v} & \text{sino} \end{cases}$$

Donde  $d = (\Delta v \Delta r)^2 - (\Delta v \Delta v)(\Delta r \Delta r - \sigma^2)$

## IMPLEMENTACIÓN

---

3. Se actualizan las posiciones de las partículas hasta  $t_c$  con las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned}x_i(t_c) &= x_{i-1} + v_x t_c \\ y_i(t_c) &= y_{i-1} + v_y t_c\end{aligned}$$

4. Se actualizan las velocidades de la/s partículas que participan de la colisión:

Partícula contra pared

Vertical	$(-v_x, v_y)$
Horizontal	$(v_x, -v_y)$

Partícula contra partícula

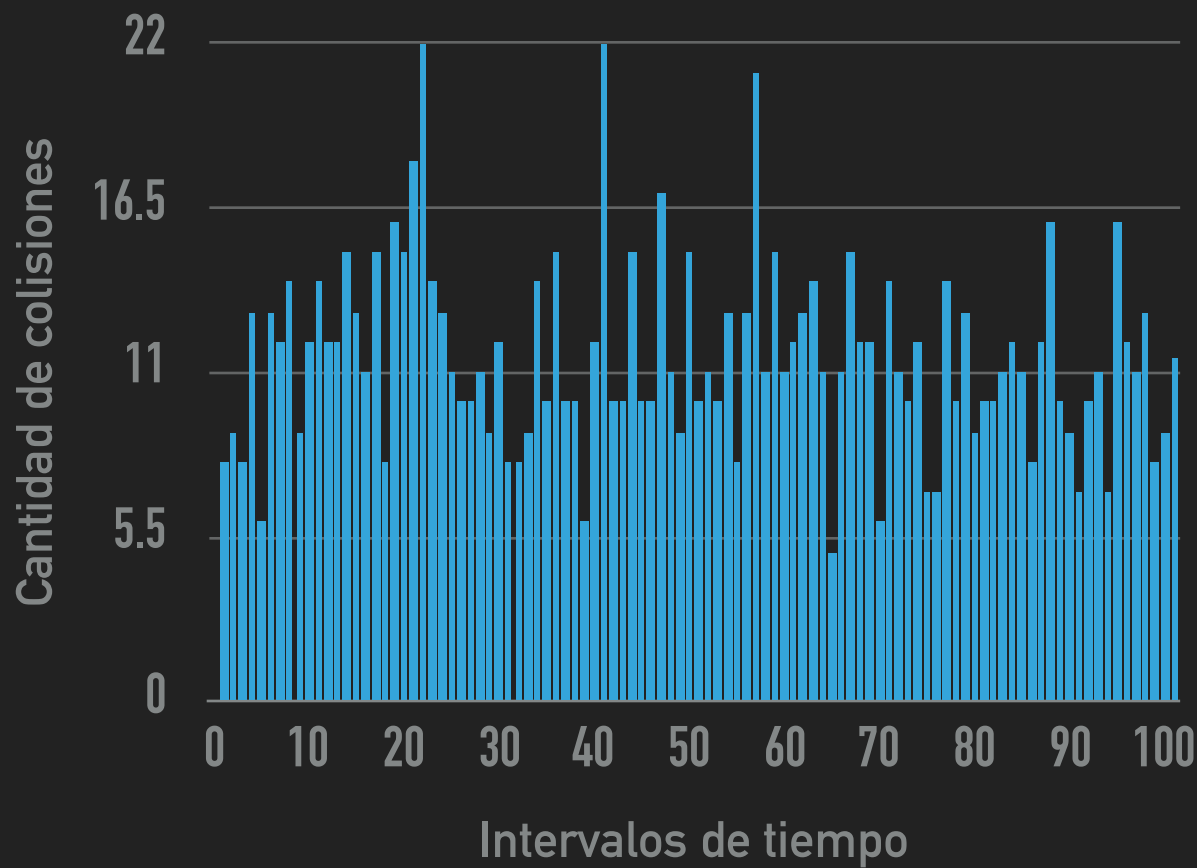
Conservación del impulso



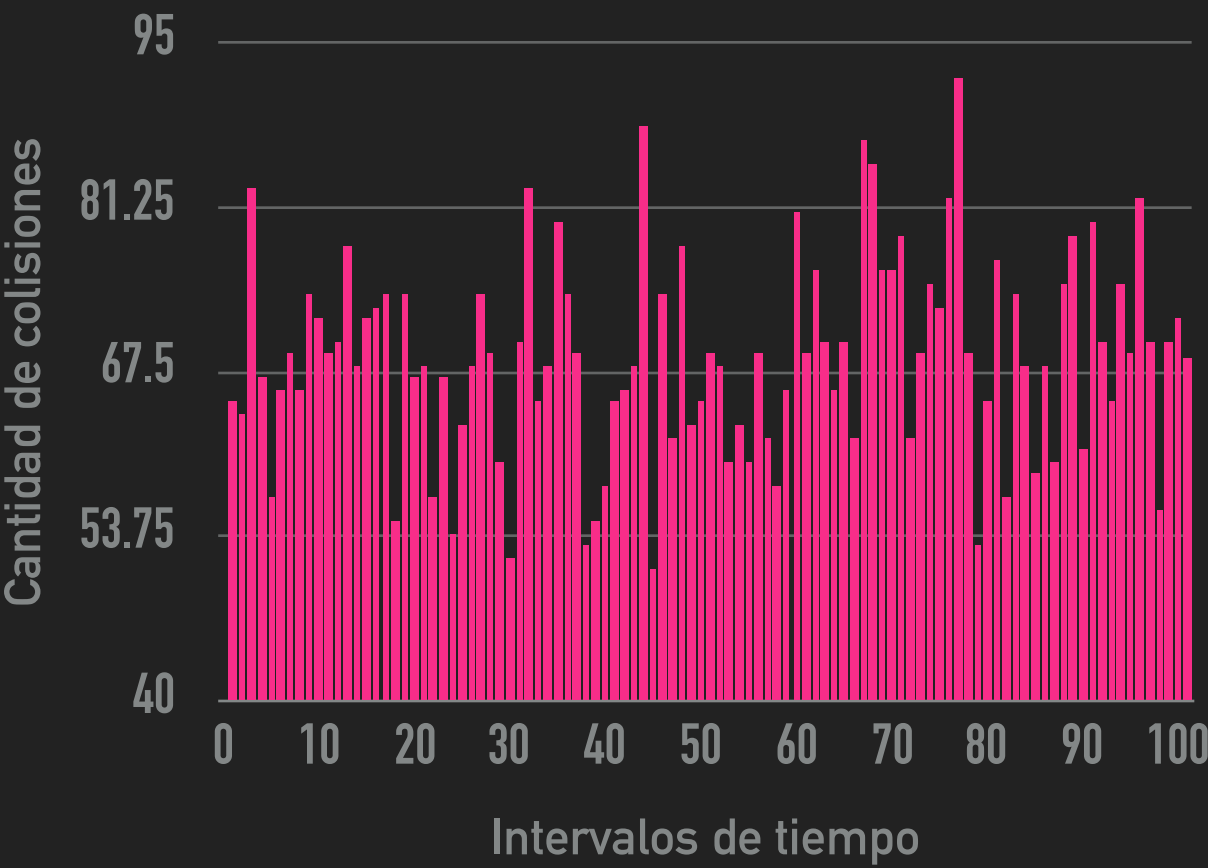
# RESULTADOS

# COLISIONES POR UNIDAD DE TIEMPO

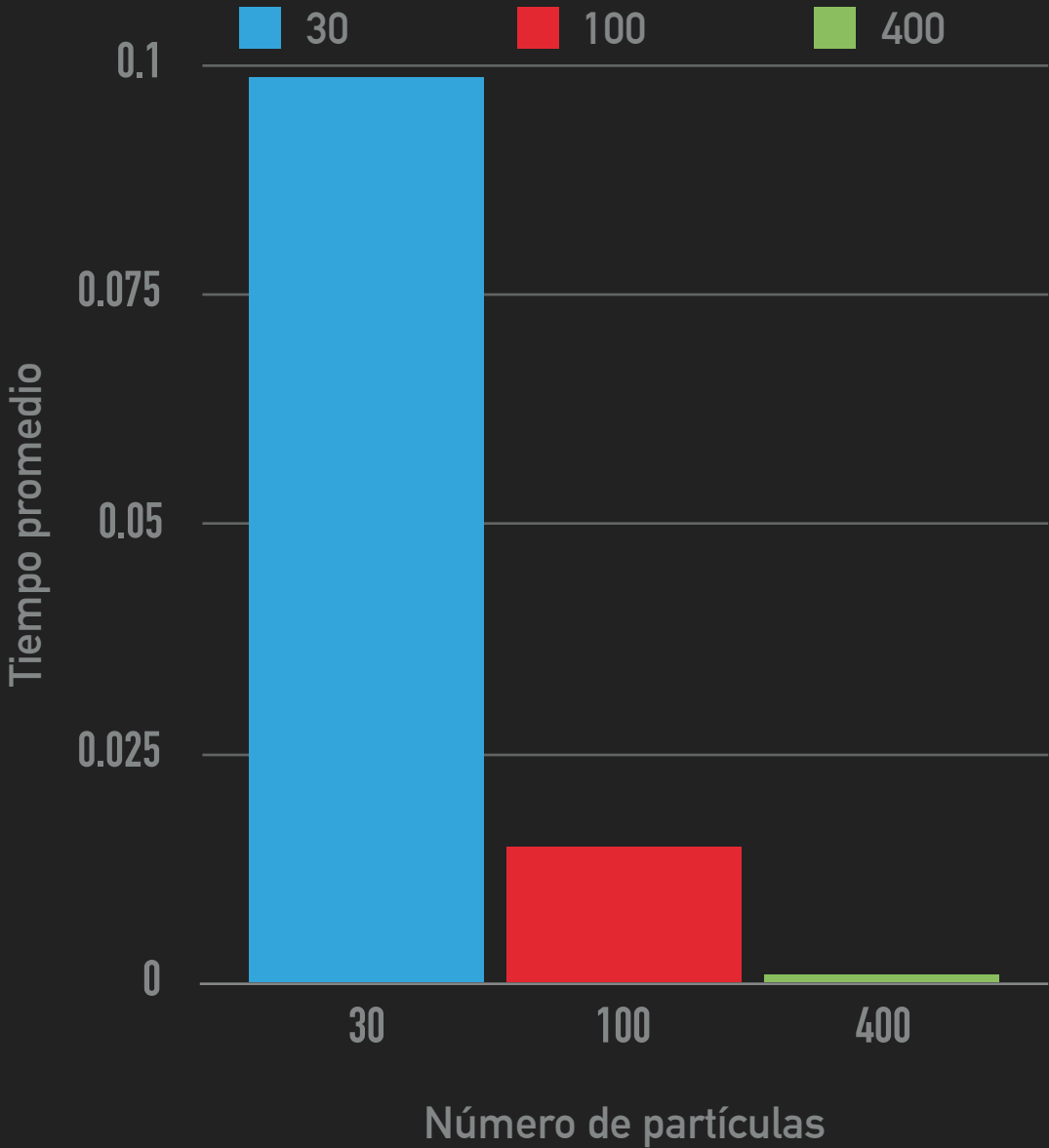
N = 30



N = 100

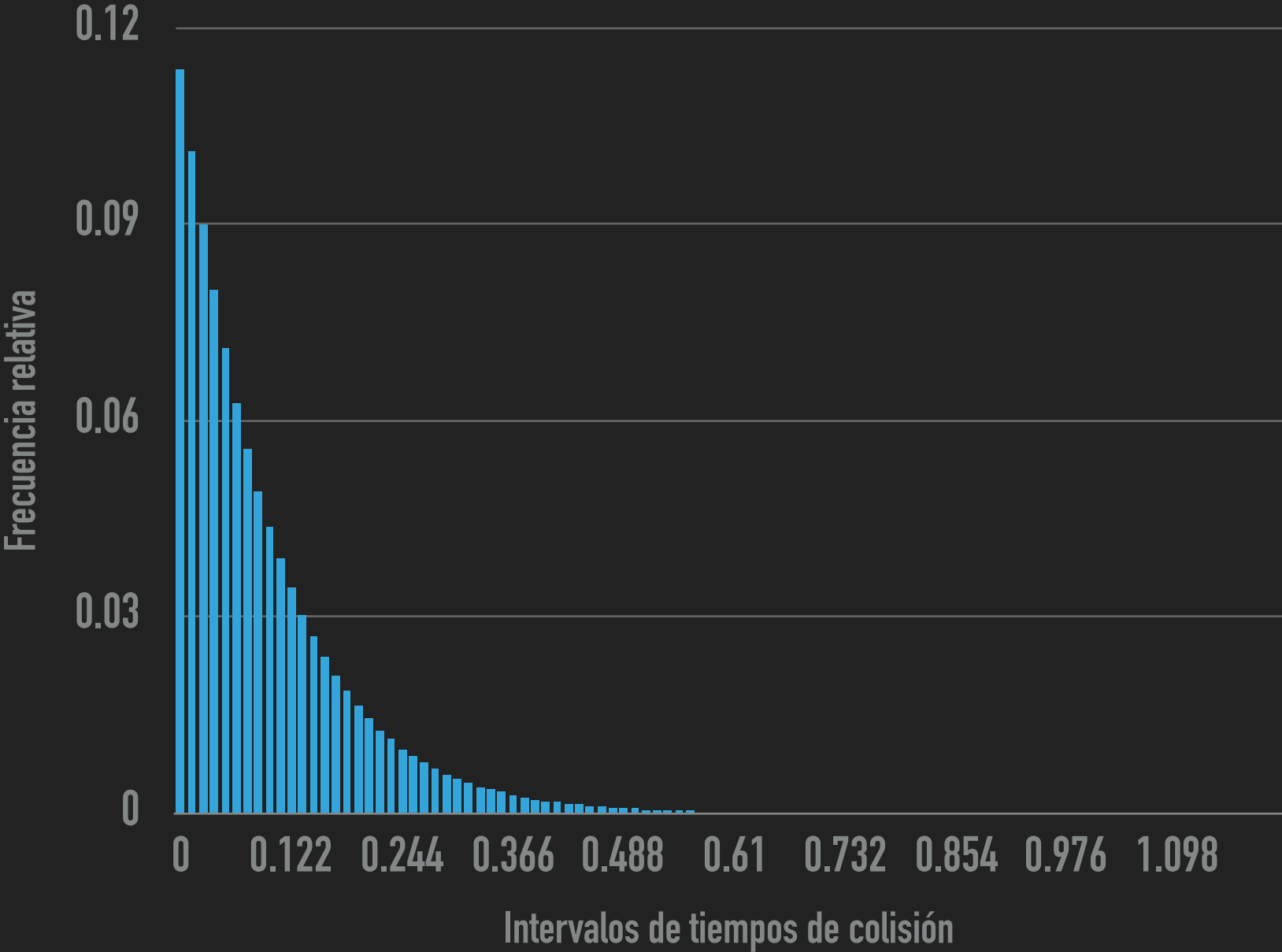


# TIEMPO PROMEDIO DE COLISIÓN



10 MUESTRAS  
250000 COLISIONES P/MUESTRA

# DISTRIBUCIÓN DE COLISIONES



250000 COLISIONES

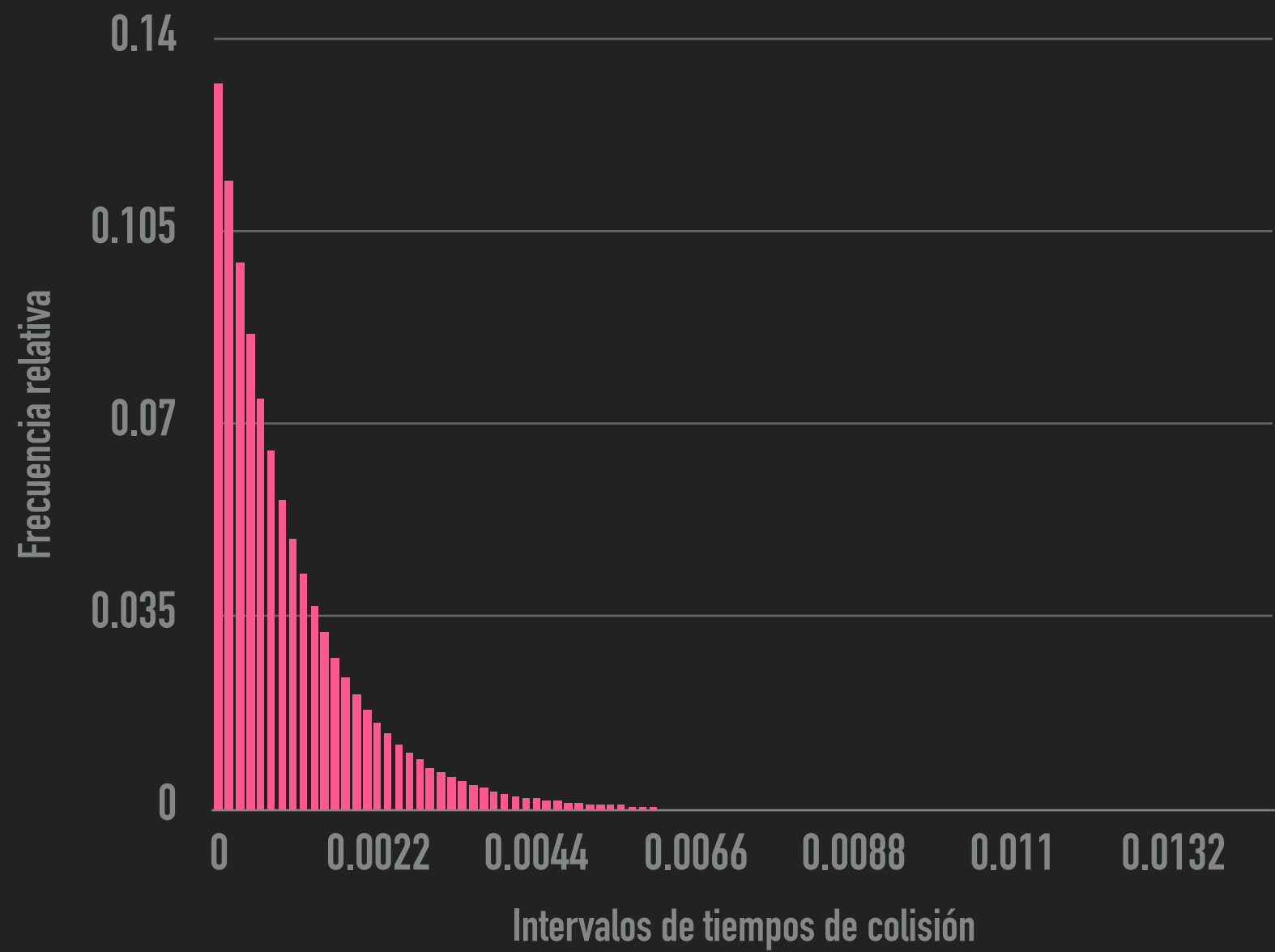
$N = 30$

100 INTERVALOS IGUALES

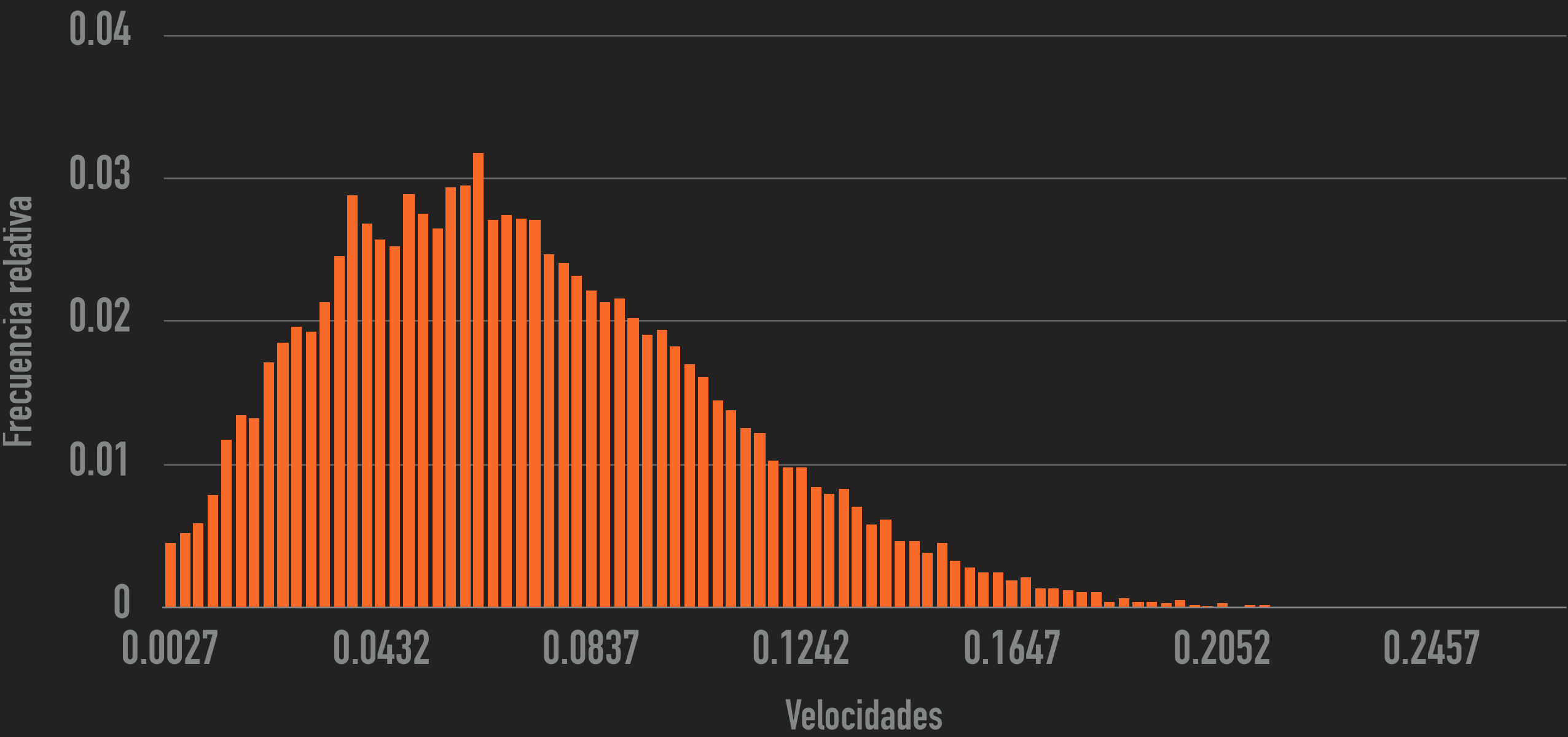
10 SIMULACIONES

# DISTRIBUCIÓN DE COLISIONES

250000 COLISIONES  
N = 400  
100 INTERVALOS IGUALES  
10 SIMULACIONES



# DISTRIBUCIÓN DE VELOCIDADES

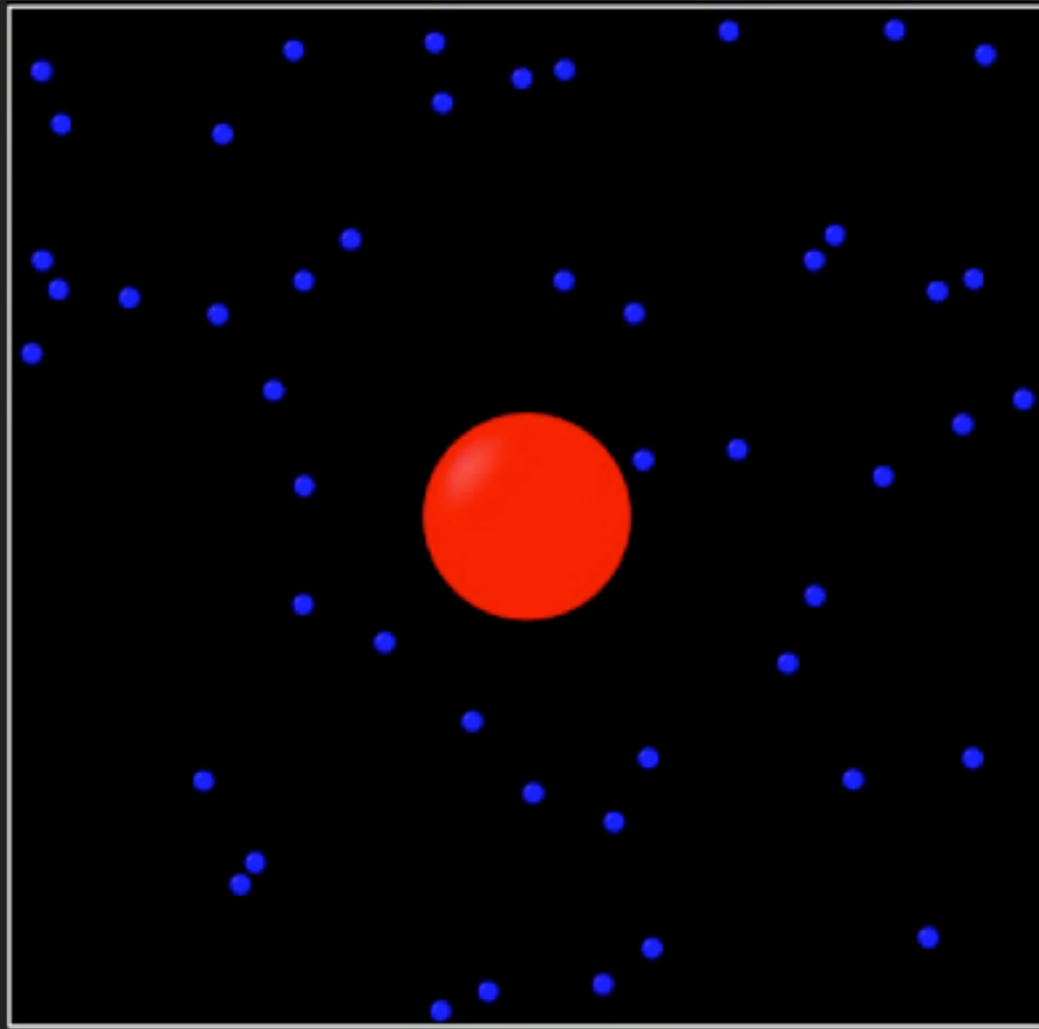


150 SEGUNDOS, DT = 0.09S

6 SIMULACIONES

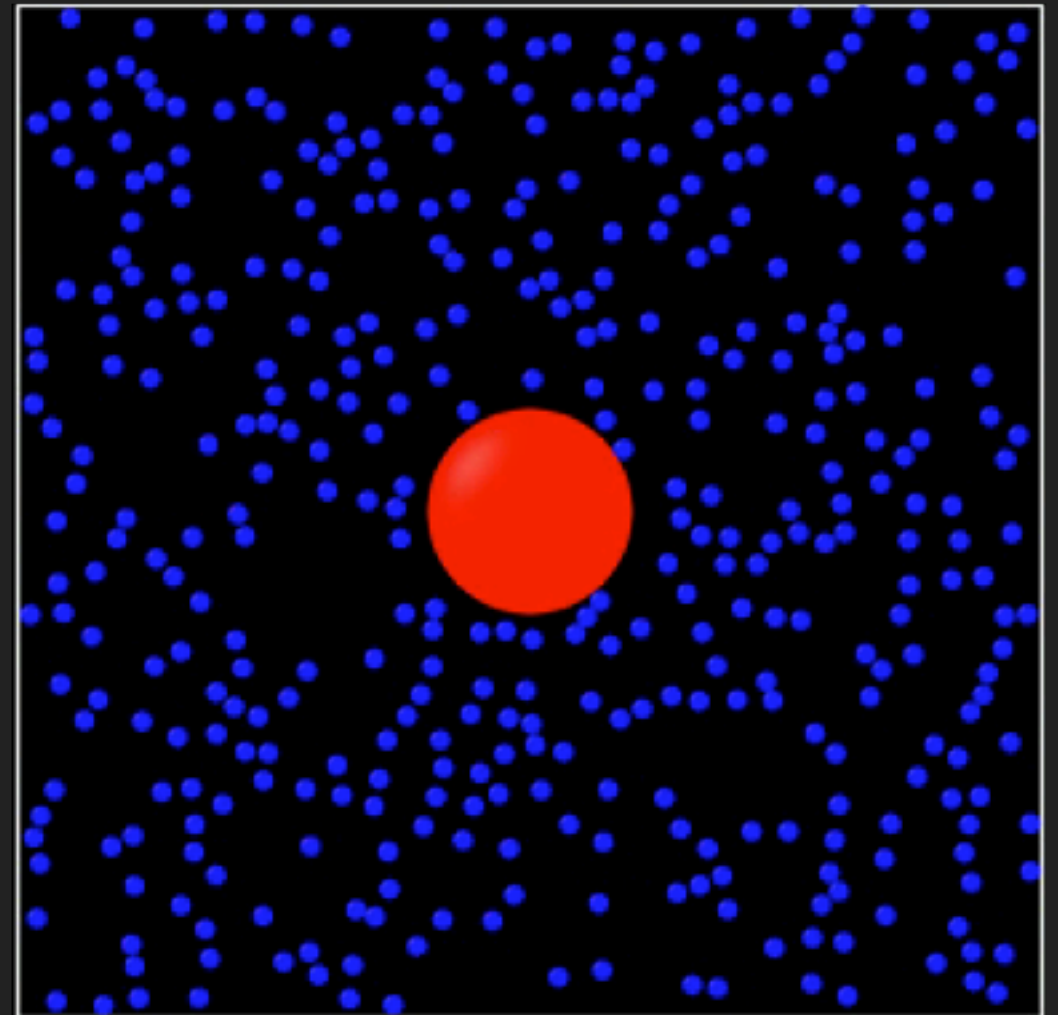
N = 100

**ANIMACIONES**



50

PARTÍCULAS



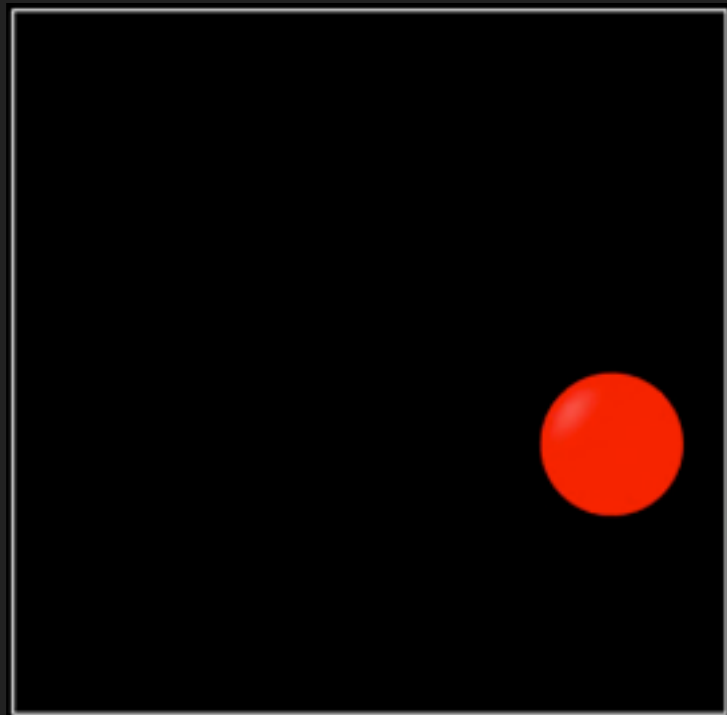
400

PARTÍCULAS

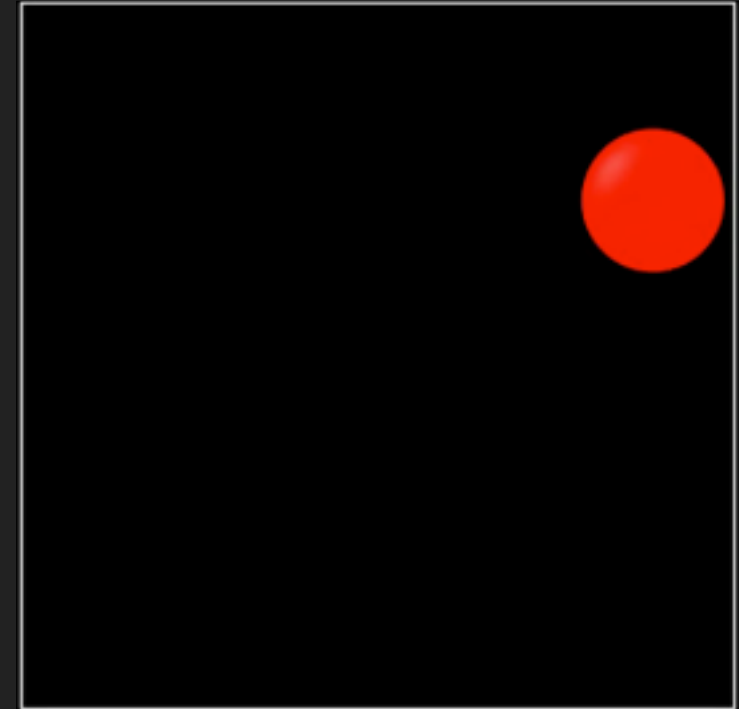


# ANIMACIÓN DE LA TRAYECTORIA DE LA PARTÍCULA GRANDE

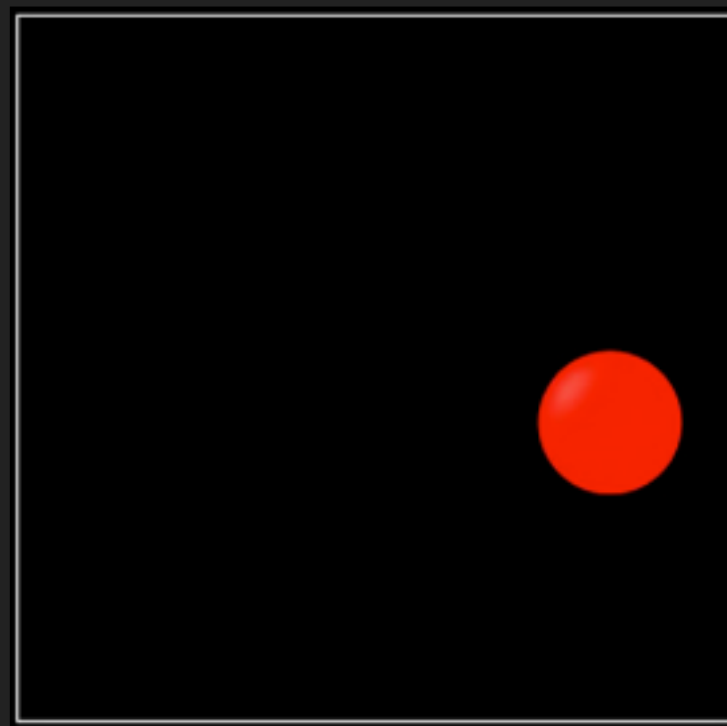
---



$K_T = 0.000132, V \sim U(-0.1, 0.1)$



$K_T = 0.002347, V \sim U(-0.4, 0.4)$



$K_T = 0.012858, V \sim U(-1.0, 1.0)$

**N = 100**

# CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

---

- LA FRECUENCIAS DE COLISIONES ESTÁN DISTRIBUIDAS HOMOGÉNEAMENTE A TRAVÉS DEL TIEMPO.
- LA TEMPERATURA ES CONSTANTE A LO LARGO DEL TIEMPO.
- AL AUMENTAR LA DENSIDAD DEL SISTEMA, DISMINUYE EL TIEMPO DE COLISIÓN ENTRE LAS PARTÍCULAS.

---

GRACIAS. THANKS. MERCI.

DANKE. 感謝. TAKK. 🙌.

GRUPO 3