

Práctica 9: interacciones entre partículas

Gabriela Sánchez Y.

Introducción

Se trabaja con un modelo simplificado para los fenómenos de atracción y repulsión. El modelo supone que se cuenta con n partículas que habitan un cuadro unitario bidimensional y que cada partícula tiene una carga eléctrica, distribuida independientemente y normalmente al azar entre $[-1, 1]$.

Las reglas de interacción entre partículas son: cargas de un mismo signo se repelen mientras que cargas opuestas se atraen, la magnitud de la fuerza es proporcional a la diferencia de magnitud de las cargas e inversamente proporcional a la distancia euclídeana entre las partículas.

Cada partícula ejerce una fuerza sobre todas las demás partículas, por lo que se suman los efectos de todas las fuerzas individuales para determinar la fuerza total sobre una partícula en específico. Luego se normaliza el efecto de esa fuerza con un factor de descuento δ antes de desplazar la partícula un Δx y un Δy , desplazamientos que dependen de las componentes horizontal y vertical de la fuerza total.

Tarea

- Agregar a cada partícula una masa que afecte a la velocidad de movimiento. Estudiar la distribución de velocidades de las partículas y verificar gráficamente que esté presente una relación entre la velocidad y la masa de las partículas.

Se desea que mientras más pesada sea una partícula, se requiera una mayor fuerza para moverla. Por lo que la fuerza, además de lo ya establecido debe ser inversamente proporcional a la masa.

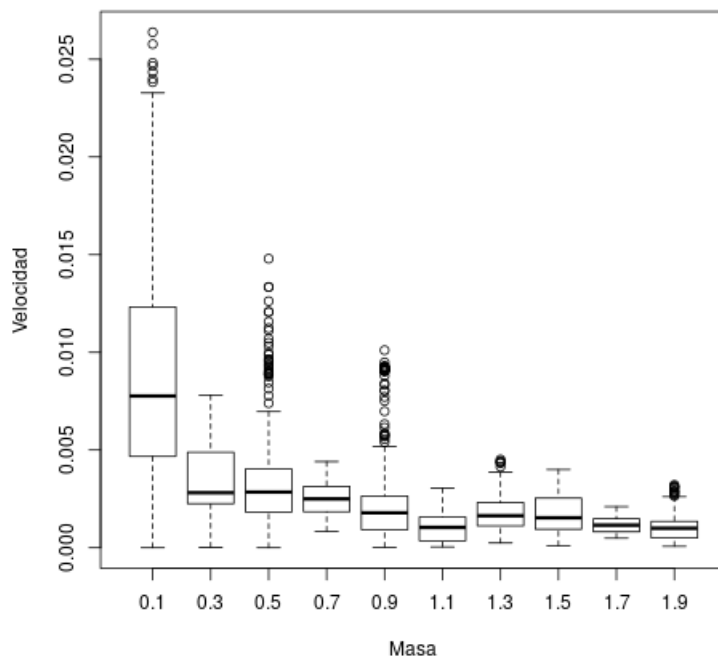


Figura 1: Relación masa-velocidad.

La simulación considera un total de 50 partículas que se mueven en 100 iteraciones en el tiempo.

Las masas de dichas partículas son aleatorias pero de tal forma que se encuentren en el conjunto $m \in \{0.1 + 0.2 * i \mid i = 0, 1, \dots, 9\}$. Recordemos que la velocidad de un objeto es el cambio en la posición (desplazamiento) por unidad de tiempo. En el caso de la simulación, los intervalos de tiempo permanecen constantes a uno, por lo que la velocidad medida es únicamente el desplazamiento de cada partícula.

En la figura 1 se grafican, en un diagrama caja-bigote, las velocidades de las partículas durante la simulación, de acuerdo a las distintas masas.

Se puede observar que mientras mayor es la masa, menor es la velocidad, tal y como se desea.

Realizamos una prueba estadística para ver que, efectivamente, la masa influye en la velocidad de la partícula.

Primer reto

- Agregar un radio que sea proporcional a la masa de alguna manera claramente definida y que estos radios funcionen como los tamaños de las partículas en una visualización creada con el paquete `ggplot2`.

Para la visualización se ha agregado un radio que simula la masa de cada partícula, es decir, partículas más pesadas, son representadas mediante un radio mayor que el de partículas más ligeras.

Las figuras 2 y 3, muestran cuatro estados de las partículas: el estado inicial, el paso 40 y 60 en el tiempo, y el estado final ($t=100$). Se incluye en el repositorio el archivo `p9.gif`, que muestra de forma más clara el movimiento de las partículas en el paso del tiempo.

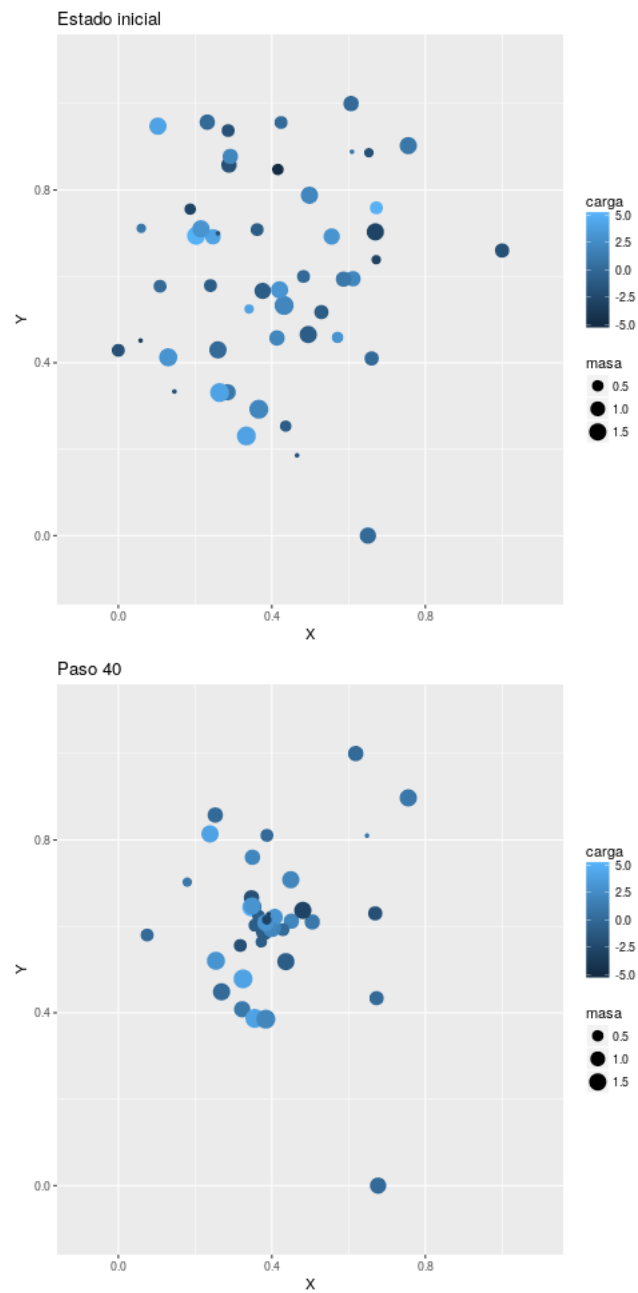


Figura 2: Posición de las partículas en distintos tiempos I.

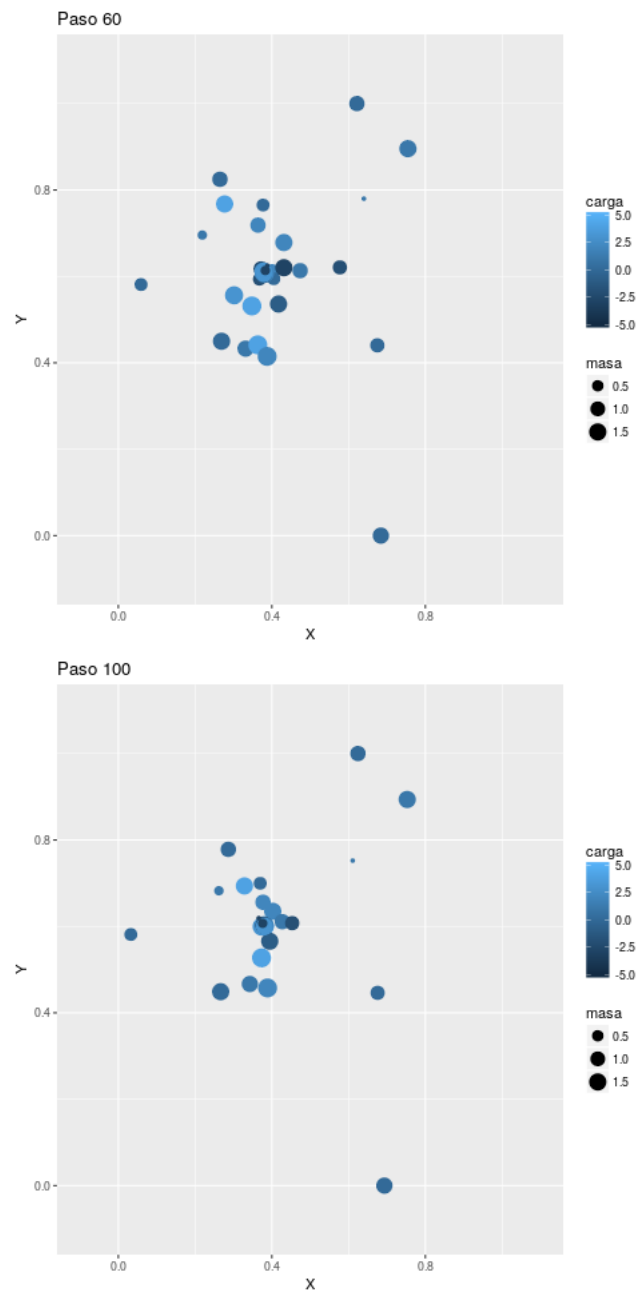


Figura 3: Posición de las partículas en distintos tiempos II.