

Métodos de Montecarlo

Física de Astropartículas
Master de Física Fundamental

Juan Abel Barrio, Curso 11/12
Universidad Complutense de Madrid

Detectores de partículas

- Propiedades generales (1.5 h)
- Técnicas de Montecarlo (0.5 h)
- Detectores de radiaciones ionizantes (2 h)
 - Cámaras de ionización
 - Detectores de centelleo
 - Detectores de estado sólido
- Fodosensores (1 h)
 - Fotomultiplicadores
 - Detectores de estado sólido
- Técnicas de detección (1 h)
 - Espectroscopía con centelleadores
 - Detectores de trazas
 - Calorímetros
 - Detectores combinados (LHC)

Detectores de partículas

- Propiedades generales (1.5 h)
- **Técnicas de Montecarlo (0.5 h)**
- Detectores de radiaciones ionizantes (2 h)
 - Cámaras de ionización
 - Detectores de centelleo
 - Detectores de estado sólido
- Fotosensores (1 h)
 - Fotomultiplicadores
 - Detectores de estado sólido
- Técnicas de detección (1 h)
 - Espectroscopía con centelleadores
 - Detectores de trazas
 - Calorímetros
 - Detectores combinados (LHC)

Índice

- Definición.
- Ejemplo.
- Esquema
- Ejercicio

© Jose Luis Contreras

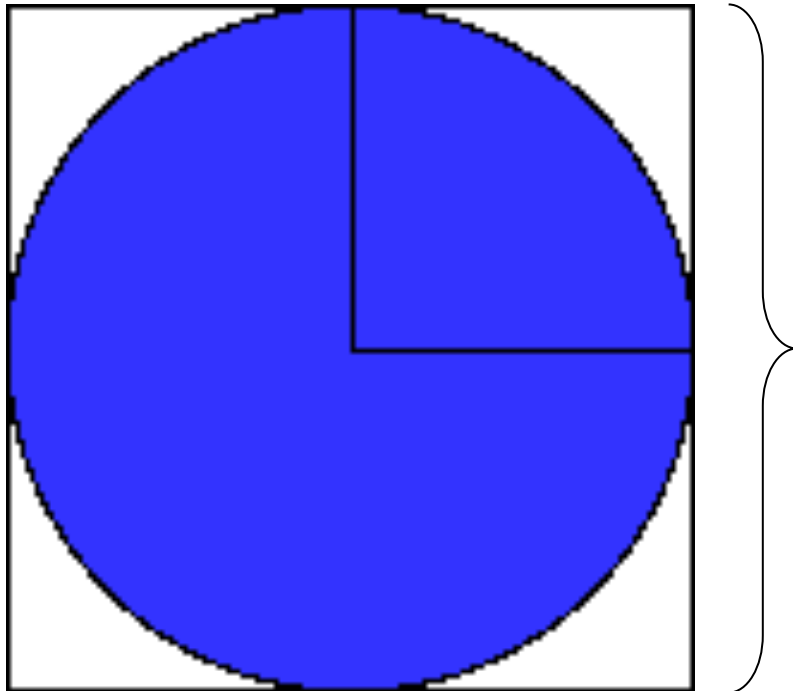
- **Métodos Monte Carlo.**

Usan números aleatorios para resolver problemas.

Simulan ejemplos del comportamiento real de un sistema y promedian

Ejemplo: Quiero calcular “Pi”.

Lanzo dardos **al azar** sobre un cuadrado que contenga un círculo y cuento cuantas veces doy al círculo.



$$\frac{N_{aciertos}}{N_{total}} \approx \frac{A_{circulo}}{A_{cuadrado}} = \frac{\pi \left(\frac{L}{2}\right)^2}{L^2}$$

$$\frac{N_{aciertos}}{N_{total}} \approx \frac{\pi}{4}$$

Ejemplo: Quiero calcular “Pi”.

Lanzo dardos **al azar** sobre un cuadrado que contenga un círculo y cuento cuantas veces doy al círculo.

Elijo puntos aleatorios en el cuadrado

$$(x_i, y_i)$$
$$x_i \in \left[-\frac{L}{2}, \frac{L}{2} \right]$$
$$y_i \in \left[-\frac{L}{2}, \frac{L}{2} \right]$$

Compruebo si están dentro del círculo

$$x_i^2 + y_i^2 < \left(\frac{L}{2} \right)^2$$

Cuento aciertos

Ejemplo: Quiero calcular “Pi”.

Lanzo dardos **al azar** sobre un cuadrado que contenga un círculo y cuento cuantas veces doy al círculo.

¿ Error ?

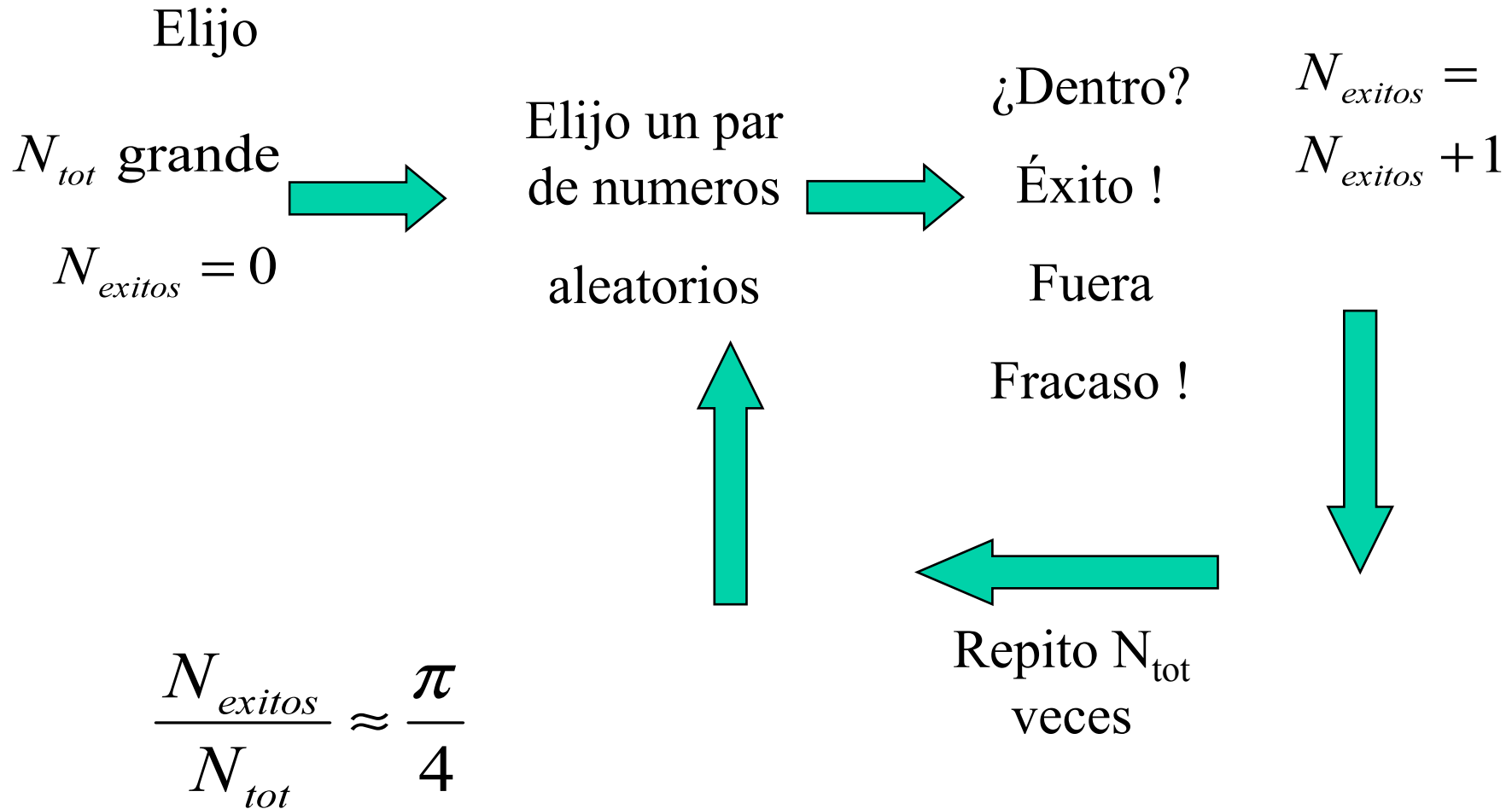
Acierto-Fallo → dist. binomial

$$P(N_a, N_t) = \frac{N_t!}{N_a!(N_t - N_a)!} p^{N_a} (1 - p)^{N_t - N_a}; p = \frac{N_a}{N_t}; \sigma^2(N_a) = N_t p(1 - p)$$

$$\lambda \approx \frac{N_{\text{aciertos}}}{N_{\text{total}}}$$

$$\sigma(\lambda) = \frac{1}{N_t} \sigma(N_a) = \sqrt{\frac{\lambda(1 - \lambda)}{N_t}}$$

Algoritmo



- **Ejercicios Monte Carlo.**

Calcular el volumen de una esfera de $R=1$ m en 4-D con error del 10% o menor.

Un contador Geiger cilíndrico de diámetro 1cm se coloca a 10 cm de una fuente muy pequeña de 1 kBq. ¿ Cuantas cuentas detectará? Suponer eficiencia intrínseca unidad.

¿ Como generar numero aleatorios ? (I)

- Uniformes en $[0,1]$

rand()

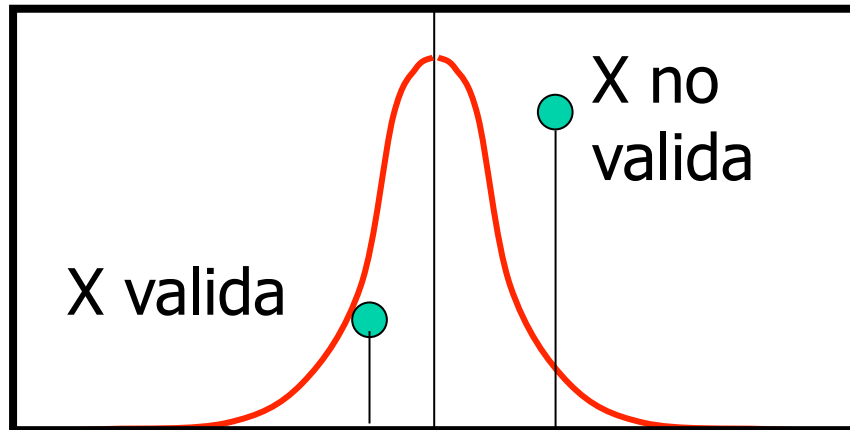
Depende del lenguaje de programación

- Uniformes en $[a,b]$

$$x = a + (b - a) * \textit{rand}()$$

¿ Como generar numeros aleatorios ? (II)

- Siguiendo una distribución dada



Método de *hit and miss*

Elegir un cuadrado que contenga la función

Generar dos números aleatorios x e y dentro del cuadrado

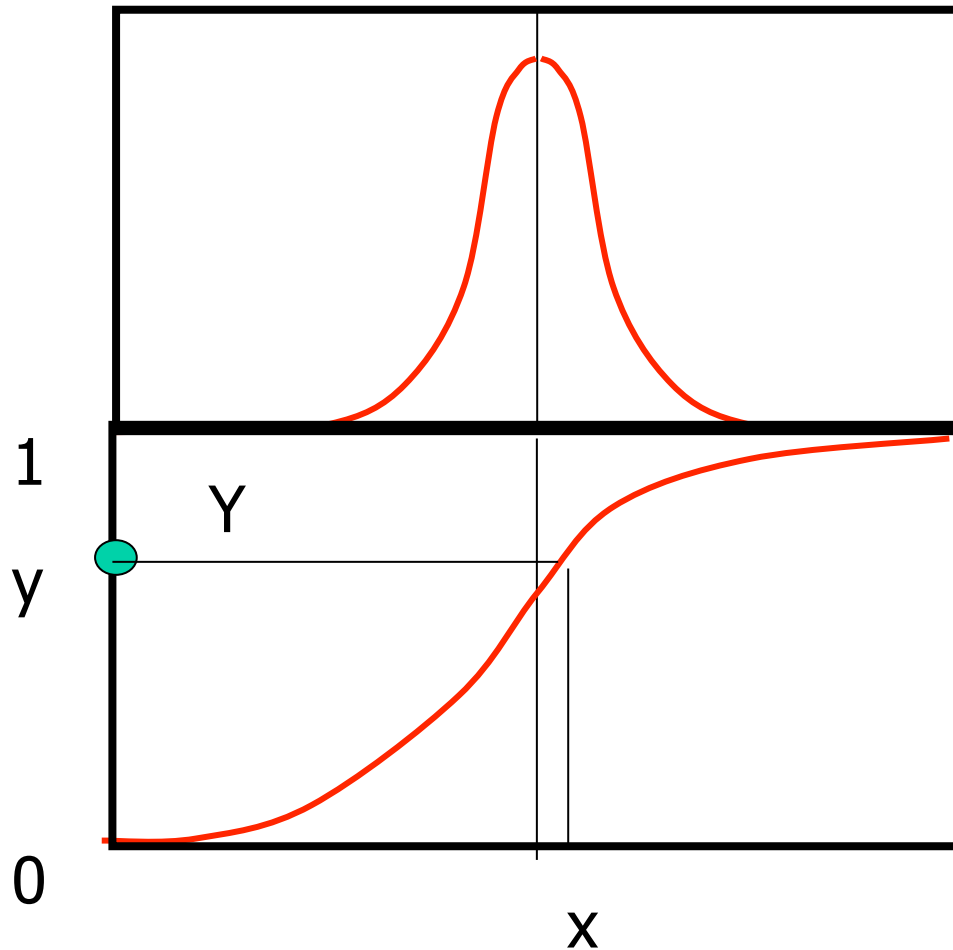
Conservo la x Si $y < f(x)$

Las x resultantes están distribuidas siguiendo $f(x)$.

¿ Como generar numeros aleatorios ? (III)

- Siguiendo una distribución dada

Método de *la función inversa*



Calcular la distribución de probabilidad $F(a) = P(x < a)$

Generar un número aleatorio uniforme y en $[0, 1]$

Tomar $x = F^{-1}(y)$

Las x resultantes están distribuidas siguiendo $f(x)$.

¿ Como generar numero aleatorios ? (IV)

- Siguiendo una distribución dada

Métodos particulares: Ej: para una esfera.

Genero x,y,z uniformes en un cubo de lado L

Calculo $d = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$

Si $d < R$ guardo el punto

Los puntos resultantes son uniformes en la esfera.

θ, ϕ son uniformes en la superficie esférica