

## Rodando con Rutherford

### Descripción

Los estudiantes determinarán el radio de una canica por medición indirecta y una aplicación de la probabilidad. Ellos simplemente harán rodar una canica de "prueba" hacia una hilera de canicas "objetivo" y contarán el número de veces que la canica proyectil colisiona con el blanco (y el número de veces que no lo hace).

### Objetivos de aprendizaje

Los estudiantes sabrán y estarán en capacidad de:

- Describir el proceso que Ernest Rutherford usó para determinar el tamaño del núcleo.
- Aplicar la probabilidad a datos experimentales.
- Usar mediciones indirectas para determinar propiedades difíciles (o imposibles) de determinar de otra manera.
- Crear e interpretar un histograma.

### Conocimientos previos

Los estudiantes deben estar en capacidad de anotar cuidadosamente los registros de las observaciones y dividir un entero sobre otro.

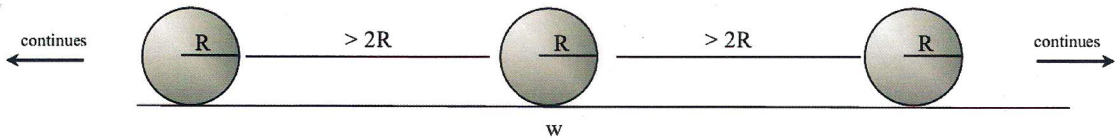
### Material Preparatorio

Ernest Rutherford es muy conocido por determinar que el núcleo consistía en un pequeño volumen conteniendo carga positiva. Él sondeó el núcleo apuntando partículas alfa a una laminilla de oro y observando los patrones hechos por el retroceso o dispersión de las partículas alfa. Él encontró que la mayoría de las partículas pasaban derecho a través de la laminilla.

En muchos objetos resulta imposible medir directamente alguna propiedad física. Nosotros sólo podemos medir estas propiedades indirectamente. Un ejemplo histórico de esto es el tamaño del núcleo atómico. Este simple experimento permite a los estudiantes experimentar y realizar simples cálculos para determinar el tamaño de una canica.

### Implementación

La guía de estudiantes contiene la información que los estudiantes necesitan para llevar a cabo el experimento. No es claro que los estudiantes puedan necesitar una guía en esta actividad, pero proveemos dos ejemplos. Se darán indicios de la derivación y de cómo analizar los datos. Proveemos más detalle sobre ambos en la próxima página de este documento para profesores.



La imagen en esta página muestra este simple montaje. Obtenemos el cálculo en dos pasos.

Primero, obtenemos la probabilidad de que la canica proyectil golpee alguna de las canicas 'objetivo'. Note que estas chocarán siempre que sus centros estén más cerca que la suma de sus radios. La probabilidad de que esto ocurra es la razón entre el ancho del área del blanco "cubierta" por las canicas objetivo y el ancho total del área del blanco. Esta probabilidad incrementa directamente como el número de las canicas 'objetivo' presentes.

En símbolos esto es:

$$p = \frac{4n\sqrt{r_t r_i}}{w - 2r_i}$$

Cuando la canica incidente y las canicas objetivos tienen el mismo radio, esto se simplifica a

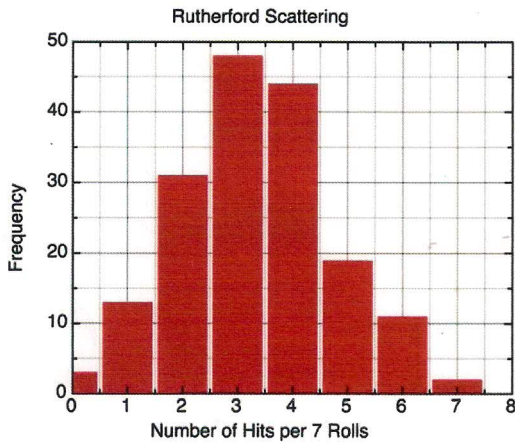
$$p = \frac{4nr}{w - 2r}$$

Segundo, notemos que los estudiantes pueden medir esta probabilidad haciendo rodar la canica proyectil al área del blanco (muchas, muchas veces) y contando el número de impactos:

$$p = \frac{h}{t}$$

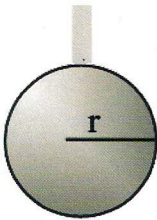
Estos dos términos para  $p$  pueden ser igualados para despejar el radio de la canica objetivo  $r_t$ . Hay dos caminos para despejar esta ecuación. Uno (como se comentó arriba) es usar canicas del mismo radio. La otra es asumir que  $2r_i$  es despreciable en comparación a  $l$ . Las cuatro soluciones se encuentran todas abajo. Dependiendo de su nivel, los estudiantes deberían animarse a derivar las soluciones (las cuales requieren simple álgebra y geometría).

	$2r_i \ll l$ no asumido	$2r_i \ll l$ asumido	$w$ es el ancho del área del blanco. $n$ es el número de las canicas objetivo. $h$ es el número de colisiones. $t$ es el número de veces que la canica fue lanzada.
Diferentes radios	$r_t = \left[ \frac{h(w - 2r_i)}{4nt\sqrt{r_i}} \right]^2$	$r_t = \frac{h^2 w^2}{16n^2 t^2 r_i}$	
Radio iguales	$r = \frac{w}{\frac{4nt}{h} + 2}$	$r = \frac{hw}{4nt}$	



Los estudiantes también pueden aprender acerca (o practicar a hacer) histogramas con esta actividad. Pueden dividir los lanzamientos en un número consistente de “series” (por ejemplo, 12 series de 10 lanzamientos da como resultado 120 lanzamientos). Esto permite a la clase crear un histograma grupal del número de impactos en cada serie (este será un número entre 0 y 12) haciendo una tabla que permita a los estudiantes contribuir con sus propias series al conjunto de datos total. El gráfico a la izquierda muestra la distribución de cientos de series de siete

lanzamientos cada una.



Proyectil: Rueda hacia el blanco un gran número de veces. Mantenga el registro del número de colisiones y el total de lanzamientos.

## Evaluación

Considere preguntar a los estudiantes cosas como:

- ¿Esperaría más o menos colisiones si se incrementa el número de canicas en el área de blanco? ¿Por qué?
- ¿Cuál es la relación entre el radio y el número de colisiones?