

# RODANDO CON RUTHERFORD

## NOTAS PARA EL PROFESOR

### DESCRIPCIÓN

Ernest Rutherford fue uno de los físicos más influyentes en las primeras etapas de comprensión de la estructura del átomo. El destacado experimento de Rutherford dio la primera pista de que los átomos tienen una pequeña estructura interna masiva que más tarde se conoció como el núcleo. La importancia para los estudiantes de hoy es que este experimento hizo un descubrimiento innovador utilizando mediciones indirectas. Hoy día en nuestras aulas, los estudiantes pueden usar medidas indirectas para determinar el tamaño de un objeto pequeño disparando una sonda a un objetivo y observando con qué frecuencia cambia la trayectoria de la sonda. En este caso, la "sonda" y el "objetivo" son esferas, y el "disparo" se reemplaza por "rodar". Los estudiantes utilizarán sus datos para calcular el diámetro de las esferas "objetivos". Esta actividad permite a los estudiantes utilizar medidas indirectas para determinar un parámetro; también les permite a los estudiantes ver cómo Rutherford llevo a cabo su descubrimiento.

### ESTÁNDARES ACADÉMICOS

#### *Estándares de Ciencias de la próxima generación*

##### Ciencias y Procesos de ingeniería

1. Preguntar y definir el problema
2. Desarrollar y utilizar modelos
3. Planificar y llevar a cabo una investigación
4. Analizar e interpretar información
6. Construir explicaciones y diseñar soluciones
7. Presentar argumento sosteniendo evidencia

##### Ideas centrales disciplinarias – Ciencias Físicas

PS1.A: Estructura y propiedades de la materia

PS2.A: Fuerza y movimiento

PS2.B: Interacciones

PS3.C: Relación entre fuerza y energía

##### Conceptos transversales

1. Patrones
2. Causa y efecto: mecanismo y explicación
3. Escala, proporción y cantidad
4. Sistemas y modelos de sistemas
6. Estructura y función

#### *Estándares básicos comunes de alfabetización*

##### Lectura

9-12.4 Determina el significado de símbolos y términos claves . . .

9-12.7 Traducir información cuantitativa o técnica . . .

#### *Estándares básicos comunes de matemática*

MP2. Razonamiento abstracto y cuantitativo.

#### *IB Física*

##### Tema 1: Medida e incertidumbre

1.2.6 Describe y provee ejemplos de errores sistemáticos y aleatorios.

1.2.7 Distingue entre precisión y exactitud.

1.2.8 Explica como reducir los errores aleatorios.

1.2.11 Determina la incertidumbre en los resultados.

## Tema 7: Física nuclear y atómica

7.1.1: Describir el modelo del átomo como un pequeño núcleo rodeado de electrones.

7.1.2: Mostrar evidencia que apoye el modelo del átomo presentado

### CONOCIMIENTO DURADERO

La evidencia indirecta proporciona datos para estudiar fenómeno que directamente no se pueden observar.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

El estudiante será capaz de:

- Describir el proceso que Ernest Rutherford utilizó para determinar el tamaño del núcleo.
- Aplicar las leyes básicas de probabilidad a datos experimentales.
- Utilizar medidas indirectas para determinar las propiedades de los objetos que de otra forma sería difícil de obtener.
- Crear e interpretar un histograma.

### CONOCIMIENTO PREVIO

El estudiante deberá ser capaz de:

- Crear histogramas.

### TRANSFONDO

Ernest Rutherford (1871-1937) se le acredita las primeras mediciones de la distribución de cargas positivas en el átomo. Su modelo de átomo sobrevive hasta hoy día. El demostró que la carga atómica se encuentra concentrada en un pequeño núcleo. Rutherford aprendió esto disparando partículas alfa a unas láminas de oro y observó la desviación en el camino de las partículas alfa. Rutherford utilizó los datos para determinar el diámetro del núcleo. Este es un ejemplo perdurable de *medición indirecta*. Los científicos utilizan a menudo mediciones indirectas en sus trabajos. Por ejemplo, evidencia indirecta nos dice todo lo que sabemos sobre los átomos, confirma la existencia de los agujeros negros y sugiere la necesidad de energía y materia oscura.

### RECURSOS / MATERIALES

- 5 canicas, de todos los tamaños
- Superficies planas, ejemplo: mesas
- [Plantillas para el modelo experimental](#) (imprimir tres copias por cada grupo de estudiantes)
- Libretas de notas adhesivas

### PROCEDIMIENTO

#### Ensamblaje:

Imprimir tres copias de las plantillas para cada grupo de estudiante. Crear cortes en forma de cruz dentro de los círculos dibujados en la plantilla. Alinee y pegue con cinta adhesiva las páginas para que la sección recortada quede en un extremo lateral de la pista. Suavice las áreas donde utilizó la cinta



adhesiva. Donde se unen las páginas, coloque cinta adhesiva y procure que esta quede lisa sobre la superficie del patrón, de forma tal que al rodar la canica desde el principio y a través de la ruta esta encuentre el mínimo de obstrucción hasta el final de su viaje (como muestra la foto).

Luego, doble los bordes a cada lado para crear barreras. Regresando a los cortes, taparlos con cinta adhesiva de forma tal que el lado pegante quede hacia afuera del hueco. La parte pegante de la cinta adhesiva ayudará a que la esfera se mantenga en su lugar. Coloque las esferas en cada hueco. El resultado debe quedar como la imagen que aparece arriba.

Dibujar un eje horizontal de 0-10 sobre una pared, ventana o pizarra. Rotule el eje con el número de acierto de 10. Esto les servirá a los alumnos para crear su histograma.

Que sucederá:

Cada alumno recibe un rollo de 10 canicas incidentes. Él o ella deben rodar sus canicas hacia las cuatro canicas objetivo con cuidado de no apuntar hacia los objetivos, los fallos son tan importantes como los aciertos. Cuando la canica objetivo sea golpeada, debe anotarse y la canica objetivo deberá ser devuelta a su lugar. El alumno obtendrá una puntuación: el número de aciertos sobre diez. El estudiante deberá tomar una nota adhesiva y colocarla sobre su puntuación en el histograma. Incluso si tiene múltiples grupos de trabajo, los alumnos pueden colocar sus puntuaciones en el mismo histograma. Puedes intentar tener más datos, invita a otros a que lo intenten, cuantos más datos mejor. Si realizas esta actividad en múltiples clases, el histograma crecerá durante el día.

Aquí mostramos la construcción de un histograma con un pequeño grupo en un taller. En el último cuadro el grupo encontró un valor máximo de aciertos de 10. Tus alumnos deben hacer lo mismo.



(Es posible que pueda ver que la versión más simple del modelo matemático del diámetro objetivo aparece en el último cuadro. Este modelo no toma en cuenta el tamaño de la canica incidente. En el taller de donde provienen las fotos, el grupo utilizó dianas mucho más grandes que las canicas que rodaron. Por lo tanto, una simple aproximación fue aceptable)

En nuestro caso, el objetivo y el proyectil son del mismo tamaño.

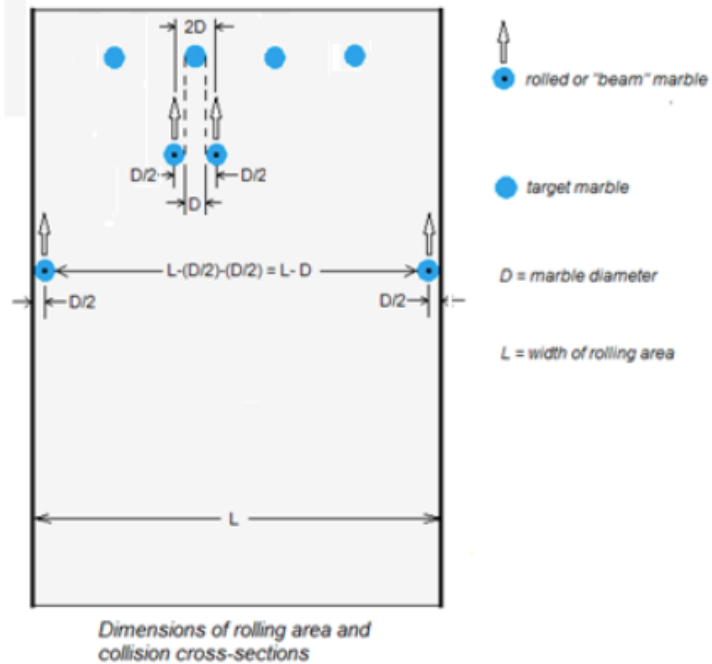
Análisis de datos:

- El ancho del papel entre las dos crestas de la barrera, L
- El número máximo de golpes de 10, n.
- El número de canicas objetivo N (en nuestro ejemplo, N=4).

La probabilidad de aciertos desde el punto de vista de la data experimental es  $P = n/10$ .

La probabilidad de acertar para canicas de diámetro  $D$  en la aproximación simple anterior es  $P = ND/L$ , basado en la fracción de la distancia  $L$  que está bloqueada por canicas objetivos. La vida no es tan simple, pero claro, intentamos modificar la ecuación en base a lo que conocemos sobre las canicas y sus colisiones.

Observemos el diagrama de la derecha, observe que el centro de la canica rodada puede acercarse a la canica objetivo dentro de una sección transversal de  $2D$  para hacer colisión. Hay  $N$  canicas objetivos, por lo que la sección transversal el objetivo total es  $N(2D)$ . Para secciones transversales del área de rodar, el centro de la canica rodada puede ser no menos  $D/2$  de una barrera lateral, de un lado de la barrera; nuestra sección transversal de rodadura real es de  $L-D$ . Entonces podemos redefinir nuestro modelo matemático original simple:



$$P = [N(2D)] / (L-D).$$

Establezcan las probabilidades del experimento y del modelo iguales entre sí, de modo que

$$(n/10) = (2ND) / (L-D).$$

Luego de un poco de álgebra,

$$D = Ln / (20N+n).$$

Pregunta:

¿“Comprobamos” nuestros resultados con una medida hecha con una regla? Los físicos que miden átomos no tienen ese lujo. La medida indirecta de *es* la medida. Tal vez sí, tal vez no.

Recursos:

[Vídeo de estudiante](#) en la escuela Rossville High School, Indiana.

**AVALÚO**

- ¿Esperarías más o menos golpes si aumentarás el número de bolas en el área de objetivo? ¿Por qué?
- ¿La relación entre el radio y el número de golpes es directa o indirecta? ¿Por qué?
- ¿Cuántos golpes ocurrieron en las ejecuciones que aparecen en la parte superior del histograma?

- Observa en el histograma y determine que es más probable que ocurra. 2 aciertos de 10 o 6 aciertos de 10.
- ¿Cuál es el diámetro de la esfera? ¿Cómo lo sabe?
- Dibuja un modelo sencillo del experimento que utilizó Rutherford para medir el tamaño del núcleo. ¿Qué evidencia el utilizó para determinarlo?
- Contrasta la actividad que se realizó hoy con el experimento de Rutherford.

**EXTENSIÓN:**

- Selecciona objetos como objetivos que sean más grandes que la canica de prueba. En este caso, los estudiantes pueden determinar cual modelo matemático le funciona mejor. La pregunta puede ser: ¿Cuán grande deben ser los objetivos antes de que el modelo simple funcione?
- Los estudiantes también pueden investigar con objetos irregulares y discutir como la incertidumbre en los resultados cambia con el uso de objetivos irregulares.