

Experimento 1: Tiempo de caída de una moneda

La realización de un trabajo experimental así como el registro de los pasos y las condiciones en que es llevado a cabo son de igual importancia. Por esta razón, a lo largo del curso cada grupo deberá llevar un registro organizado y actualizado de los experimentos en la bitácora de laboratorio asignada.

Antes de efectuar cualquier experimento, es imprescindible diseñarlo, es decir determinar previamente la forma en que deben realizarse las mediciones (objetivos, pasos y procedimientos) y qué función va a cumplir cada integrante del grupo.

Objetivo del experimento

Determinar el tiempo t que tarda una moneda que se deja caer desde una altura de 2 m.

Parte A: Organización y primera toma de datos

Planifique grupalmente un experimento para alcanzar el objetivo antedicho. Discuta qué materiales necesitará y defina un procedimiento a seguir. Para ello, deberán determinar la posición desde la cual se dejará caer la moneda, la forma en que se tomará el tiempo, el rol de cada integrante del grupo, etc.

Realice algunas pruebas preliminares para definir la forma de trabajo. Considere también las siguientes preguntas:

- ¿El procedimiento elegido asegura que la moneda parte desde el reposo? ¿y asegura que la altura es de 2 m?
- ¿El resultado para t es un número exacto?
- ¿Qué sucede si repite la medida de t ?
- ¿Qué sucede si otra persona del grupo realiza su medida de t ?

Finalmente, proceda según el método definido y exprese un resultado para t .

Parte B: Toma de datos y análisis

Cuando realizamos N mediciones de una misma magnitud x en condiciones de repetibilidad, la práctica recomendada es efectuar un análisis estadístico de los datos y expresar el resultado de la medición en términos de los estimadores estadísticos *valor medio* $\langle x \rangle$, *desviación estándar de la muestra* S y *desviación estándar del valor medio* σ . Los datos obtenidos pueden representarse en un histograma, en el cual puede apreciarse cómo es la distribución de valores.

Paso 1 - Toma de datos

Recolectar en forma simultánea al menos 300 medidas del tiempo que tarda la moneda en caer desde los 2 m de altura. Se sugiere que cada conjunto de datos (cronómetro 1, cronómetro 2, cronómetro 3, etc) tenga 100 medidas y corresponda a un/una integrante del grupo diferente (esto es, que no cambie quien usa cada instrumento de medida durante el experimento). Registrar todos los datos en la bitácora de laboratorio y en una hoja de trabajo del software que haya decidido utilizar con su grupo para el análisis.

Paso 2 - Gráfico de histogramas y análisis estadístico

- Ordene cada conjunto de datos de menor a mayor y grafique en papel un histograma de 7 clases que muestre la frecuencia de ocurrencia de cada medición. Cada grupo deberá obtener al menos tres histogramas: aquellos con los datos correspondientes a cada cronómetro (1, 2...) y el correspondiente a la totalidad de datos registrados (juntar datos). Cada integrante del grupo debe hacer al menos un histograma (aunque se repitan histogramas). Todos los distintos histogramas deberán quedar registrados en la bitácora de laboratorio. A su vez, conserve una copia de la hoja de datos originales (en software), ya que posteriormente se trabajará con el mismo.

- Para cada histograma determinar moda, mediana y valor medio.
- Usando un programa de cálculo realizar histogramas de 5, 7 y 10 clases para:
 - los datos tomados con cada cronómetro.
 - los datos tomados con todos los cronómetros.
- Para cada conjunto de datos, calcular la media o promedio $\langle x \rangle$, la desviación estándar S (raíz cuadrada de desviación cuadrática media) y la desviación estándar del promedio σ .
- Para cada conjunto de datos, indique cuántos datos caen dentro del intervalo $\langle x \rangle \pm S$. ¿Qué porcentaje del total de datos representan? Ídem para el intervalo $\langle x \rangle \pm 2S$.

Paso 3 - Presentación de resultados

Compare el valor de σ con el error nominal de la medida. Expresar el resultado final de tiempo t de caída medido (con su correspondiente incertidumbre). ¿Cuál es la cantidad óptima de mediciones que deberían tomarse con un cronómetro?

Ejercicios

En cada guía encontrará una serie de preguntas y problemas para ejercitar los conceptos utilizados en el experimento presentado. La resolución de estos ejercicios es opcional, pero se recomienda fuertemente que sean analizados y resueltos (fuera del horario destinado a cada laboratorio), ya que los mismos son similares a aquellos que integrarán las evaluaciones escritas.

1. Los siguientes 30 valores corresponden a observaciones de una temperatura (en °C), registradas durante un experimento utilizando un termómetro con una incertidumbre nominal de 1 °C:

34	35	45	40	46
38	47	36	38	34
33	36	43	43	37
38	32	38	40	33
38	40	48	39	32
36	40	40	36	34

- a) Identifique la moda y la mediana.
 - b) El valor medio de esta muestra es 37.58 °C y la desviación estándar es $S=4.29$ °C. Indique cómo se obtienen estos valores, y calcule la desviación estándar de la media (σ_{prom}).
 - c) ¿Cómo expresa el resultado de la medida? Desarrolle.
 - d) ¿Dentro de qué intervalo de temperaturas existe una probabilidad del 68 % de que una medida particular caiga dentro del mismo?
 - e) ¿Cuál es el mínimo número de medidas que deberían hacerse para que la fluctuación estadística sea del orden de la nominal?
2. La siguiente tabla que corresponde a la masa m en gramos de 50 botones:

2.5696	2.5625	2.5586	2.5725	2.5776	2.5745	2.5693	2.5819	2.5658	2.5778
2.5678	2.5735	2.5595	2.5865	2.5816	2.5608	2.5730	2.5746	2.5700	2.5637
2.5768	2.5587	2.5613	2.5713	2.5693	2.5655	2.5769	2.5713	2.5690	2.5780
2.5715	2.5747	2.5632	2.5612	2.5687	2.5746	2.5694	2.5712	2.5666	2.5788
2.5745	2.5660	2.5685	2.5742	2.5523	2.5513	2.5669	2.5681	2.5578	2.5643

Determine $\langle m \rangle$, S_n (desviación estándar de la muestra) y grafique el histograma. Estime el error instrumental y compárelo con S_n . ¿Cuál es el número óptimo de mediciones?

3. Dos personas registraron simultáneamente 6 medidas del tiempo de caída de una moneda desde una altura dada. Daniela utilizó una compuerta infrarroja con una resolución de 0.0001 s. Fernando utilizó un cronómetro. La siguiente tabla contiene sus registros expresados en segundos.

Daniela	Fernando
0.7234	0.95
0.7217	1.01
0.7254	1.14
0.7205	0.84
0.7248	0.72
0.7223	0.87

Indicar el resultado de la medida para Daniela y para Fernando. Indique cómo llegó a cada resultado. ¿Son distintos los resultados de las medidas realizadas por cada uno? Justificar.

4. Las siguientes son lecturas de una escala graduada en milímetros, realizadas cuando se trata de medir el foco f de una lente convergente:

32	33	43	38	44
36	45	34	36	32
31	34	41	41	35
36	30	36	38	31
36	38	46	37	30
34	38	38	34	32

- Dibuje un histograma para las 30 observaciones.
- Identifique la moda y la mediana.
- Calcule la media (o valor medio), $\langle f \rangle$.
- Calcule la desviación estándar del conjunto de medidas, S .
- Calcule la desviación estándar de la media o valor medio, σ_{prom} .
- ¿Cuál es la probabilidad de que una nueva observación de f esté incluida en el intervalo $\langle f \rangle \pm S$?
- Si realizáramos un nuevo conjunto de medidas para f y determináramos una nueva media a partir de este conjunto, ¿dentro de qué intervalo de valores tendremos una probabilidad del 68 % de encontrar dicho resultado? ¿Y del 95 %?
- Tome dos muestras escogidas al azar del conjunto original de observaciones, con 5 observaciones de f cada una. Calcule para cada una de sus muestras las medias y la desviación estándar. Compare sus resultados con los de los puntos c) y d).
- Si el experimento requiere que la incertidumbre debida a fluctuaciones no sobrepase la incertidumbre nominal, ¿cuál es el número mínimo de observaciones que debería hacerse?
- Expresa el resultado de la medida (con una probabilidad del 95 %). Recuerde incluir la incertidumbre nominal.
- Realice una simulación con una función Gaussiana usando los parámetros calculados a partir del conjunto de datos y compare con el histograma.