

TRABAJO PRÁCTICO N° 1: Mediciones Experimentales

El objetivo de este primer Trabajo Práctico es medir la longitud de una pista y el tiempo que emplea una bolita en recorrerla, analizando cómo inciden en el proceso de medición: el instrumento empleado, las condiciones de medición (cómo empleamos el instrumento al medir) y el método de medición (los pasos seguidos para realizar la medición).

Emplearemos una bolita y una pista como las que se observan en la Figura I.



Figura I: esquema del dispositivo experimental

Entonces lo primero que necesitamos preguntarnos es: ¿qué es medir?

Medir es comparar una cantidad de la magnitud que se desea medir con otra cantidad de la misma magnitud fijada arbitrariamente como patrón de referencia o unidad de medida.

Por lo tanto, en función de medir la longitud de la pista, *elijan primeramente un objeto cuya longitud se convertirá en el patrón de referencia que emplearán (puede ser un lápiz, un cuaderno, la mano de un integrante, o lo que consideren más adecuado conforme al propósito)*. Discutan: *¿sobre la base de qué criterio eligen el objeto? ¿Pueden subdividir el objeto elegido para medir con más precisión?*

Ahora midan la pista: *¿cuántas veces está contenida la unidad patrón en la longitud que desean medir?*

.....veces

A este número adimensionado es necesario agregarle la unidad correspondiente para que la información esté completa, como por ejemplo: $L = 12,5 \text{ lápices}$.

Obtengan la medida de la longitud de la pista L en su caso particular, según el patrón de referencia elegido:

$$\underbrace{L}_{\text{medida}} = \underbrace{\dots\dots\dots}_{\text{valor}} \underbrace{\dots\dots\dots}_{\text{unidad}}$$

Sin embargo, el valor de una medición es necesariamente un intervalo (no un valor exacto), ya que es una magnitud que representa a un ente real, en tanto que un valor exacto es un ente abstracto (un punto, que no tiene dimensión).

Podemos medir la longitud de la pista con una incerteza tanto menor cuanto mejor sea el método y el instrumental que empleemos para hacerlo, pero en ningún caso podremos medir la “verdadera” longitud sin ninguna incerteza.

La incerteza experimental de una medición es una medida del rango dentro del cual podemos asegurar que están contenidos los valores reales de la magnitud medida. Como consecuencia de esto podemos decir que el concepto de un “valor único” o un “valor verdadero” de la medición no tiene sentido físico.

El resultado de una medición es siempre un rango de valores, también llamado **intervalo de indeterminación**.

El **valor representativo de la medición** es el promedio de los valores de este intervalo.

Por lo tanto, el resultado de una medición consta de tres partes: la medida de la cantidad dada por su valor representativo, la incerteza y la unidad en que ambas están expresadas, como por ejemplo: $L = (12,5 \pm 0,5)$ lápices.

Tengan en cuenta que no existe un método fijo o infalible para determinar una incerteza experimental, sino que debe estimarse de acuerdo al **criterio** y **arbitrio** del experimentador. Sin embargo, esto no implica que se haga de cualquier manera, sino que es necesario **cuantificar cada fuente de incerteza** considerada. En este contexto, el término “error humano” no aplica, ya que **la noción de incerteza NO está asociada a una equivocación ni a un procedimiento mal realizado**.

Para su caso particular, analicen: *¿qué fuentes de incerteza encuentran en la medición que realizaron?*

Fuente de incerteza	Cuantificación	Justificación
<i>Menor división del instrumento</i>	<i>Es lo mínimo que podemos medir</i>
.....
.....

Consideren el aporte de cada fuente de incerteza para obtener la incerteza de la medición.

Luego, completen:

$$L_P = (\quad \pm \quad) \dots\dots\dots$$

A continuación, midan la longitud de la pista empleando una regla de madera. A esta longitud medida con regla la denominaremos L_R . Completen:

Fuente de incerteza	Cuantificación	Justificación
<i>Menor división del instrumento</i>
.....
.....

$$L_R = (\quad \pm \quad) \dots\dots\dots$$

Luego, midan la longitud de la pista con una cinta de costura L_{CC} , y completen:

Fuente de incerteza	Cuantificación	Justificación
<i>Menor división del instrumento</i>
.....
.....

$$L_{CC} = (\quad \pm \quad) \dots\dots\dots$$

Luego, midan la longitud de la pista con una cinta métrica L_{CM} , y completen:

Fuente de incerteza	Cuantificación	Justificación
Menor división del instrumento
.....
.....

$L_{CM} = (\quad \pm \quad) \dots\dots\dots$

Realicen un gráfico, al que denominaremos *Gráfico I*, de los intervalos de indeterminación de cada medición, con un origen y una escala comunes que les permitan compararlos adecuadamente, siempre que sea posible. *¿Pueden comparar los cuatro intervalos obtenidos, o alguna medición resulta imposible de comparar sin realizar nuevas mediciones? ¿Por qué?*

Diremos que las mediciones son coincidentes si sus intervalos de indeterminación tienen al menos un punto en común. Observando el Gráfico I: *¿coinciden o no los valores experimentales obtenidos de la longitud de la pista?*

Con el propósito de analizar qué factores inciden en el proceso de medición, primero analizaremos los instrumentos empleados.

Comparen los cuatro instrumentos, determinando en cada caso **la menor división** y el **alcance** del instrumento, y completen la *Tabla I*.

El **instrumento más preciso** es el que tiene la menor división. A su vez, diremos que un **instrumento** es el **idóneo** si es el más adecuado para realizar una medición **conforme a propósito**.

Observemos que el instrumento idóneo no siempre conduce a la medición más precisa, debido a que no todas las situaciones requieren de máxima precisión (por ejemplo, si el propósito es calcular la cantidad de pintura para pintar la pared de una habitación, no es necesario medir la longitud de las paredes al milímetro).

¿Cuál es el instrumento más preciso de los que usaron? ¿Y cuál es el instrumento idóneo? ¿Cualquier instrumento que sea el más preciso es el idóneo? ¿Por qué?

Luego, analizaremos cómo inciden en la medición las **condiciones de medición**, o sea las condiciones en las que utilizamos nuestro instrumento. En particular, diremos que medimos en **condiciones óptimas** si podemos considerar que la única fuente de incerteza presente es la menor división del instrumento.

Por otro lado, la **medición más precisa** es la que tiene **menor incerteza relativa**. Notemos que referirse a una medición como “exacta” es inadecuado, ya que una medición por definición es un rango y no un valor exacto.

La **incerteza relativa** se obtiene como **el cociente entre la incerteza de una medición y su valor representativo**, por lo que es siempre un número adimensional que permite hacer comparaciones entre distintos resultados obtenidos.

Calculen la incerteza relativa de cada medición realizada y determinen cuál es la medición más precisa:

$$eL_P = \frac{\varepsilon L_P}{L_P} = \dots\dots\dots$$

$$eL_R = \frac{\varepsilon L_R}{L_R} = \dots\dots\dots$$

$$eL_{CC} = \frac{\varepsilon L_{CC}}{L_{CC}} = \dots\dots\dots$$

$$e_{LCM} = \frac{\varepsilon_{LCM}}{LCM} = \dots\dots\dots$$

¿Qué factores inciden para obtener la medición más precisa posible? ¿Inciden las características del instrumento, su menor división y su alcance? ¿Inciden también las condiciones de medición?

A continuación, mediremos el tiempo que demora la bolita en recorrer la pista, empleando un cronómetro. Discutan las fuentes de incerteza y completen:

Fuente de incerteza	Cuantificación	Justificación
Menor división del instrumento
Tiempo de reacción humano	0.2 s.	Es una estimación de lo que demora en reaccionar un ser humano en promedio
.....

$t = (\quad \pm \quad) \dots\dots\dots$

¿Cómo podrían mejorar la medición del tiempo de recorrido? ¿Repetir la medición es un buen método en este caso? ¿Y en el caso de la medición de la longitud de la pista? ¿Por qué?

Completen la Tabla II, repitiendo la medición en exactamente las mismas condiciones. ¿Qué valor les parece el más adecuado para elegir como representativo de la medición, de todos los que midieron?

Para estimar la incerteza, emplearemos un método estadístico, denominado **método de máxima desviación**. Tomaremos como valor representativo de la medición al promedio de las mediciones realizadas, y estimaremos la incerteza como la distancia entre el promedio y el valor de la serie de mediciones que más se aleja del promedio. ¿Qué cuenta matemática nos permite obtener la distancia entre dos valores, para así averiguar cuál es el valor más alejado?

$$t' = (\quad \pm \quad) \dots\dots\dots$$

Analicen entonces este tercer factor que incide en el proceso de medición: el método empleado. ¿Cuál método les parece más adecuado para obtener el tiempo, el primero o el segundo? ¿Mejora el resultado al repetir la medición? ¿Por qué debe repetirse siempre en las mismas condiciones? ¿Disminuye la incerteza de la medición?

Finalmente, calculen las incertezas relativas para determinar cuál medición es más precisa:

$$e_t = \frac{\varepsilon_t}{t} = \dots\dots\dots$$

$$e_{t'} = \frac{\varepsilon_{t'}}{t'} = \dots\dots\dots$$

Dejen el experimento en las condiciones en las que lo encontraron, velando por la conservación de los materiales e instrumentos, y el orden en las mesadas del Laboratorio.



$L_P = (\quad \pm \quad) \dots\dots\dots$ [Patrón de referencia elegido]
 $L_R = (\quad \pm \quad) \dots\dots\dots$ [Regla de madera]
 $L_{CC} = (\quad \pm \quad) \dots\dots\dots$ [Cinta de costura]
 $L_{CM} = (\quad \pm \quad) \dots\dots\dots$ [Cinta métrica]

<i>Instrumento</i>	<i>Menor división</i>	<i>Alcance</i>
Patrón de referencia:		
Regla de madera		
Cinta de costura		
Cinta métrica		

Tabla I: caracterización de los instrumentos de medición empleados para medir la longitud de la pista

$t = (\quad \pm \quad) \dots\dots\dots$ [Cronómetro, una única medición]

<i>Tiempo (s)</i>	<i>Promedio (s)</i>	<i>Desviación de cada valor (s)</i>	<i>Máxima desviación (s)</i>

Tabla II: repetición de la misma medición del tiempo de recorrido con el propósito de encontrar la máxima desviación respecto del promedio

$t' = (\quad \pm \quad) \dots\dots\dots$ [Cronómetro, aplicando métodos estadísticos]

Fecha: / / 2025

Año y división:

Grupo N°:

Firma del ayudante:.....